経営のための保全学

戦略的保全マネジメントシステム（MOSMS）の提案

社団法人日本プラントメンテナンス協会
戦略的保全マネジメントシステム構築研究部会編

木村好次
四道広
天川一彦
若槻茂

『経営のための保全学』発刊にあたり

事故・災害の発生、スキル保持者激減、品質保証などへのリスク対策は、保全部門だけではなく、経営的な設備保全の課題といえる。

社団法人日本プラントメンテナンス協会では、これらの産業界の課題に応えるため、「ロス（発生している現象）とリスク（今後発生するかもしれない可能性）」への対処を一貫した概念としてとらえ、経営論と技術論をマッチングさせた保全体制を構築するために、「経営に資する戦略的マネジメントシステム（ＭＯＳＭＳ／Maintenance Optimum Strategic Management System）の構築」として研究に着手した。

２００５年度より「戦略的保全マネジメントシステム構築研究部会」を開始し、企業経営の課題と保全の関係を明らかにするために、ロスとリスクの構造の研究およびロス・リスク低減と保全との関係を研究することから始めた。

そのうえで、望ましい経営のＰＤＣＡサイクルと保全のＰＤＣＡサイクルとの関係を明らかにし、企業経営に資する保全マネジメントシステムの考え方（骨子）を検討した。その成果としてまとめたものが、本書『経営のための保全学』である。

保全が経営戦略と一体化するためには、経営的に合理性のある計画がつくられ、その「計画主導」で保全が実行されなくてはならない。すなわち、保全マネジメントの要素が不可欠になってくる。

このことは、経営と保全が同じ土俵に立って、経営にとって全体最適のメリットがある保全の計画をつくる「仕組み」（「保全グランドデザイン」と呼ぶ）が必要であることを意味している。
　本書では、「保全グランドデザイン」の概念およびそれによる「計画主導の保全」の考え方を明らかにすると同時に、「仕組み」としてのＭＯＳＭＳの特徴を示した。また、現在企業で実施されている保全の仕組みをどのように新しい保全の仕組みに変えていくか、実際的な側面も含んでいる。
　今後当会では、ＭＯＳＭＳの中のより具体的なプログラムを開発する予定である。多くの企業で活用され、ご賛同や研究の参画を得て、ＭＯＳＭＳがブラッシュアップされていくことを期待している。

２００６年６月
社団法人日本プラントメンテナンス協会

戦略的保全マネジメントシステム構築研究部会

主査　木村好次（東京大学名誉教授）
委員　四道　広（旭化成株式会社　理事）
　　　天川一彦（社団法人日本プラントメンテナンス協会）
　　　若槻　茂（社団法人日本プラントメンテナンス協会）

目次

忙しい読者のための序章

わが国の製造プラントが危ない――これが本書を世に問おうとしたそもそものきっかけであった。資源にとぼしく、人口も減少を始めたわが国にとって、それ以外に生きる道のない「モノづくり」の現場が、いまや危機に瀕しているのである。

それを嘆いたり、批判したりしていてもしかたがない。どうすればこの危機からプラントを救うか、その具体策を本書で提案したいと思う。

以下この序章には、本書の要点をまとめておこう。

幕開けの第Ⅰ部「経営問題としての保全」においては、とりあげる問題と解決の方向を提示する。

第一章「保全を取りまく環境」では、データをもとに危機の状況を明らかにする。

まず1・1節では、製造プラントの高齢化の実情を紹介する。一九七〇年代からわが国の製造プラントの高齢化が進行し、ごく最近その高齢化が止まったというデータもあるが、それでもアメリカに比べて平均四歳ほど年寄りになってしまった。人間の高齢化と同様に、ケアの必要性が増えたわ

けである。

設備が高齢化したといっても、どんどん新しい設備に取り替えるわけにもいかなくなってしまったという事情がある。1・2節では、地球の有限性に起因する「行き詰まり問題」の一つ、廃棄物の処理が暗礁に乗り上げている現状をお話しする。

それに加えて、「二〇〇七年問題」に象徴される、技術伝承のむずかしさが顕在化しつつある。それが保全にどういう影響を及ぼすか、1・3節では、一般にいわれる量的な面ばかりでなく質の面についても考えてみる。

それらの問題が顕在化して、製造プラントの事故・災害がこのところ急激に増加した。1・4節では、その危機的状況を紹介する。保全費の不足がこうした状況をもたらしたというのが、まずは常識的な解釈だろう。たしかにそういう面が強く、1・5節では日本プラントメンテナンス協会の調査からその実態を紹介する。長く漸減を続けてきた保全費は、うれしいことに最近増加に転じたが、実は単純に喜んでいていいというわけでもない。

第二章「経営と保全」では、製造プラントの保全の最終目的がステークホルダーの利益の最大化にあるという考えのもとに、経営が取り組む問題として保全を考える。

2・1節では、経営の課題に関する日本能率協会の調査結果を紹介し、収益性の向上に加えて企業の社会的責任が厳しく問われ、コーポレートガバナンスが重視されるようになった、最近の経営環境の変化について述べる。

2・2節はそれを受け、保全が生産と表裏一体のものであり、コーポレートガバナンス、とくにリスクマネジメントが収益性の向上に直結していて、そこに保全の大きな役割があることを主張する。日本プラントメンテナンス協会は、TPM活動などを通じてロス・ゼロの達成を目指してきた。そのロスと、リスクを一つの物差しに載せようというのが本書の主張であって、2・3節でロスとリスクの関係、リスクの取り扱い方を解説する。

リスクマネジメントとは、最近よく聞くようになった言葉だが、その実施は、先輩のアメリカにおいても古い話ではない。2・4節では、一九九〇年代前半に日本と同じように産業事故が急増したアメリカで、それが実施されるようになった経緯を概観し、外国における適用例を紹介する。

2・5節では、製造プラントのサイト内の事象が原因となって、サイト外に及ぶリスクの重要性を指摘し、企業のリスクマネジメントを経営自体が推進することが必要で、その大きな一環として保全を位置づけようという主張を述べる。

どうすればそれを実現することができるか。まず保全の「仕組み」を改めなければならないというのが筆者らの主張であり、第三章「経営に資する戦略的保全マネジメントシステム（MOSMS）の提案」で、そのような目的で構想している「仕組み」のコンセプトを説明する。

ここで戦略的というのは、MOSMS自体が一つの戦略を提示しているという意味ではない。そ

うではなくて、経営と保全の共同作業により、「企業の戦略に基づいて」ロス・リスクを最小にする「保全のグランドデザイン」を描くべきだという提案なのである。
経営だの戦略だの、保全とはそんな大層なものか、と思われる読者のために、3・1節では保全とは何かを洗い直し、MOSMSのPDCAサイクルを説明して、「個々の既存技術を資源として活用」し、「それら資源の多様性、変化・進歩を、構造を変えずに取り込む」というその特徴を示す。
3・2節では、そのようなMOSMSのPDCAサイクルを経営のPDCAサイクルと連動させる、「計画主導の保全」であるべきだという主張について述べる。

第Ⅱ部「MOSMSを実施する」は、実施の具体的な手順・方法の説明である。

第四章では、MOSMSによる「保全のグランドデザイン」について述べる。
まず4・1節では、経営のPDCAサイクルとMOSMSのPDCAサイクルを連動させるために必要な、グランドデザインにおける経営と保全担当者の共同作業の重要性を指摘し、それがうまくいく条件を考える。
それら二つのPDCAサイクルを連動させ、ロスとリスクを最小限に抑える全社的な保全戦略を立てるために、4・2節では、設備のライフサイクルの中での「運転・保全」の段階のみならず、プロセスの設計から設備の廃棄に至る各段階をも、「切れるカード」として使うべきだという考え方について述べる。
4・3節では保全費の考え方を論じ、「かかる保全費」から「かける保全費」へ、発想の転換を主張する。

第五章「故障の科学と保全方式」は、やや教科書風の説明になる。
そもそも保全を計画主導で実施するためには、放っておけば設備がどのように劣化し、故障を起こすのか、「劣化モード」と「劣化パターン」についての知識が必要になる。5・1節では、そのような問題を扱う「故障の科学」の位置づけと現状を説明する。5・2節では、故障の原因となるストレスの分布と、設備を構成する部材の強度の分布の関係、およびその関係に影響を及ぼす要因を考察する。
5・3節と5・4節は劣化パターン、5・5節は故障パターンについて、それらの意味するところと取り扱い方を説明する。
このような故障の科学に基づいて、個々の設備・機器の保全方式を決定するのが保全計画の主要部である。5・6節ではいろいろな保全方式を説明し、保全方式決定の考え方について述べる。

第六章「保全計画の実際」では、化学プラントの実例を下敷きにして、MOSMSのPフェーズ、具体的な保全計画の立て方を紹介する。

全体の説明、6・1節に続いて、6・2〜6・8の各節において、「仕事の整理とジョブフローの作成」「役割分担の明確化」「保全対象設備の選定と重要度の決定」「最適な保全計画の策定」「保全予算の策定」「保全計画実行のためのデータベースの構築」「維持・改善システムの構築」の、七段のステップをくわしく説明する。

第七章「保全の評価」は、ある意味で未完の部分である。

そもそもわが国に評価が導入されたのは比較的新しく、評価に基づく「成果主義」の評価も定まっていない。7・1節はそのような意味で、評価そのものについて考える。

しかしながら保全を進化させていくためには、保全の結果が的確に評価され、次の保全計画に生かされなくてはならない。7・2節では、MOSMSのPDCAサイクルと経営のPDCAサイクルの双方における評価の意味を説明し、その指標を紹介する。

また「しかしながら」と書かなくてはならないが、未来に起こり得る事象で潜在的なものとしてのリスクの評価は、未だ確立していない。7・3節ではその残された問題について述べる。

第八章は「MOSMSへの移行」である。

MOSMSのコンセプトを適用してみようという企業のために、特定のプラントでそれをどのようにして具体化し、現行の体制から新しい保全体制に移行するかを、8・2〜8・8節でくわしく説明する（要約するのも少しくたびれてきたから、ここではしないでおこう）。

ここまでで、MOSMSの提案とその説明は終わる。第九章のみからなる第Ⅲ部「保全はどこに向かうのか」では、改めてMOSMS提案の意義を述べることにした。

これまでの記述を振り返る9・1節に続いて、9・2節は企業戦略から保全を発想する意義、戦略の重要性を再度主張し、MOSMSの方向に沿った活動の実施例とその成果を紹介する。

そして最後の節、9・4節では、サステナブルな保全の発展のための、「創造的な営みの模索」の重要性を指摘し、いまこそ新しい保全の仕組みを創造するチャンスという認識をもって本書を終わる。

以上、かいつまんで本書の要点を紹介した。しかし、お忙しくないとはいわないが、できれば各章の中身も読んでいただきたいというのが筆者らの願いである。

本書は、経験を異にする四人の九ヵ月にわたる議論を、木村が文章にまとめたものである。用語が統一されていない保全の分野ということもあって、議論しているうちにお互いの理解の食い違いが明らかになり、また戻って議論し直すという、いわば試行錯誤の連続であった。その意味で、あるいは未消化な部分があろうかと思う。「ここ、違うんじゃない？」などというご意見をちょうだいできれば、望外の幸せである。

MOSMS構築研究部会　主査　木村好次

第Ⅰ部

経営問題としての保全

第一章　保全を取りまく環境

１・１　高齢化は人間だけではない

「少子高齢化時代を迎えて」というのが、紋切り型の前口上になっている。

少子の方はさておき、高齢化時代を迎えたのはなにも人間だけではない。製造プラントも、高齢化が進んでいるのである。

かつて、高度経済成長に大きく貢献した製鉄業の大躍進の理由として、製造プラントのイノベーションが挙げられていた。旧態依然たるアメリカの製鉄プラントを尻目に、技術革新に支えられた新しい設備が一世を風靡したのを、覚えておられる向きも多いだろう。

これは一例にすぎず、資源にとぼしいわが国の製造業は、新しい設備をフルに使って「モノづくり大国」を築き上げたはずである。その、新しい設備というアドバンテージがなくなってから、もう三〇年になるというのだ。

経済産業省の「モノづくり白書２００４」は、わが国については内閣府の統計と経済企画庁の調査、アメリカに関してはビューロー・オブ・エコノミック・アナリシスの公表資料を、それぞれ使った比較を示している（図１・１）。

一九七四年以前のところでちょっと悩ましいカーブになっているが、ともかく一九七四年まで、日本の製造業は、平均するとアメリカの製造業より新しい設備を使っていた。ところがアメリカの製造設備の平均年齢が徐々に下がったのに対し、わが国のそれは、一九九〇年前後にわずかな若返りを見せたものの着実に老化を続け、二〇〇三年にはアメリカの設備より平均四年以上、年をとってしまったのである。

もっとも最近、この文脈からいうとうれしい変化が報じられた。二〇〇五年一一月二〇日の日本経済新聞は、「企業設備『高齢化』止まる」というトップ記事を載せた。「設備年齢はバブル後はほぼ一貫して上昇してきたが、ここ一年ほど一二・〇年が続き設備の『高齢化』は止まった」というのだ。

この数字は微妙であって「設備年齢は一二・〇四

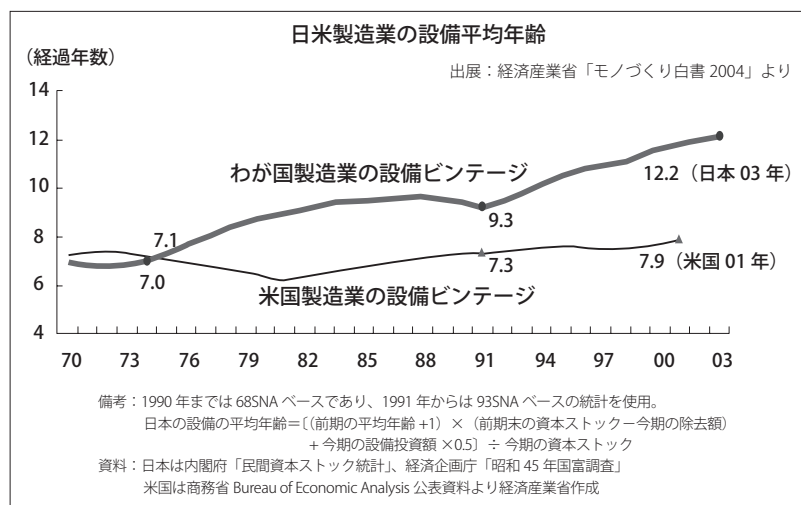



図１・１　歳をとった日本の製造設備

年で、昨年一二月末よりわずか〇・〇〇〇三年分だが低下した」というのだから、ま、横ばいになったと見ていいのだが、ちょっと考えていただきたい。放っておけば設備は毎年一歳ずつ高齢化するはずであり、それが横ばいになったというのは大変な変化である。「企業が旧型設備の入れ替えを進めたほか、新規の投資を増やしたため」で、「若返りの動きと並行して、設備は生産性も向上している」と説明が続いているが、膨大な投資がなされた結果に違いない。

ただしそれでも、今のところ設備の平均年齢が一二歳に達しているという事実は、厳然として存在する。

１・２　簡単にはものを捨てられない

ところで、財政が許せばどんどん新しい製造設備に取り替えればいいかというと、そうもいかない事情がある。

狭い日本である。新しい設備を導入しようとすれば、古い設備を廃棄しなくてはならない。となると、その廃棄物を処分する必要があるが、そこで地球の有限性に起因する「行き詰まり問題」という、人類史的課題に突き当たる。大量生産・大量消費・大量廃棄という高度成長の図式は、もはや不可能になったのだ。

わが国の産業廃棄物の処理がどうなっているのか、次にそれを見てみるが、その前に、産業廃棄物とはそもそも何か、簡単に説明しておきたい。一九九七年の数字で見ると、一番多いのが汚泥で

全体の四七％、次が動物の糞尿で二三％となっているから、それ以外となると全産業廃棄物量の三〇％程度になる。

さて、減量の努力によってか不況によってか、おそらくはそれら両方によって、ここ一〇年ほど、産業廃棄物の排出量は微減の傾向にあるが、年間ほぼ四億トン前後で推移している（図１・２）。廃棄物の比重を一とすれば、これは東京ドーム三二〇個分ほどに相当する。毎日毎日、東京ドームの九割近くを占める産業廃棄物が出ているわけだ。

もっとも、排出されただけの産業廃棄物がそのまま捨てられてしまうわけではない。二〇〇二年のデータによると、全体の四六％は再生利用されており、四四％が中間処理などで減量化され、最終処分されるのは約一〇％、四〇〇〇万トン程度と推計されている。

では、その最終処分の受け入れ状態はどうか。二

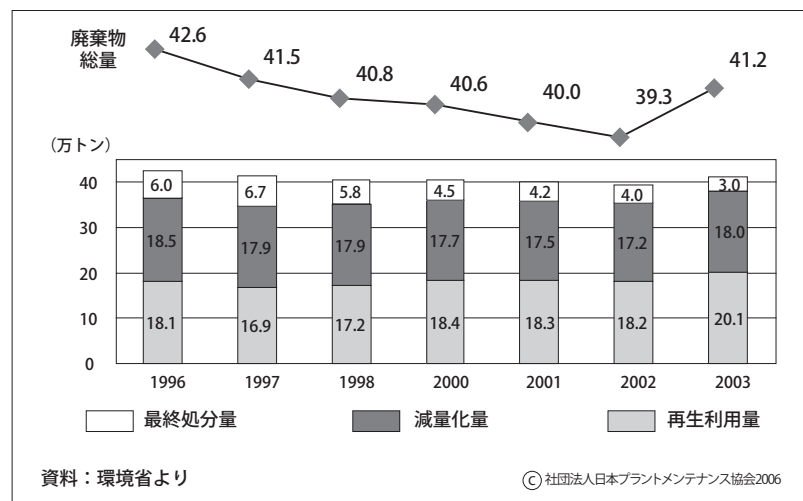



図１・２　産業廃棄物の経年変化

○○三年四月一日現在、最終処分場の残余容量は約一億八二○○万立方メートルといわれていたから、計算上では二○○六年中にあふれてしまうことになる。設備を更新しようとしても、おいそれと古い設備を捨てることができないという現実があるのだ。

1・3　むずかしくなった技術伝承

むずかしい問題はまだある。「二○○七年問題」という言葉も生まれた、技術伝承のむずかしさである。

この問題は、量と質、この両面について考えておかなければならない。

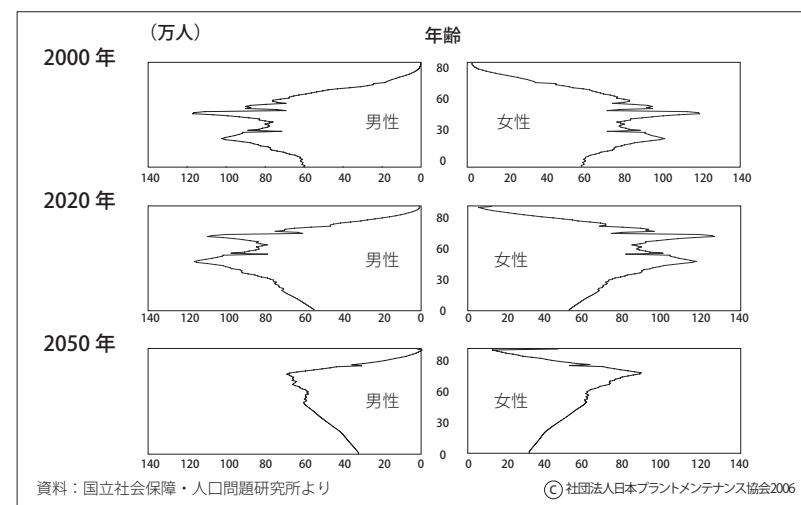
まず第一は量の問題、いわゆる人口ピラミッドの変化である。国立社会保障・人口問題研究所が二○○二年に行った推計によると、二○二五年には五○歳前後の第二次ベビーブーマーをピークに、それ以下の人口が急激に減少しており、そのピークが二○五○年には七○歳以上に移動する（図1・3）。一五

図1・3　人口ピラミッドの変化（中位推計）

歳から六四歳を労働力人口とすれば、一九九○年代半ばを境に単調減少に転じてしまい、技術を伝承しようとしても相手が激減するわけだ。これは独りメンテナンスに限った話ではないけれど、とくにバブル崩壊後の「失われた一○年」には、製造業のリストラが進行し、保全要員が激減していることを付け加えておこう。

さて、ここまではよく知られている話だが、もう一つ、質的側面を考えておく必要があると思う。話を簡単にするために、五五歳以上、四○歳から五四歳、三九歳以下と三つの世代に分けるが、どうもこの三つの世代で性格が違っているようなのだ。

まず第一の、五五歳以上、「団塊の世代」以上の人たちは、わが国の高度成長とほぼ歩みをともにしてきた世代である。日本人の生活が（ということは生産すべきアイテムが）それまでとまったく変わってしまった時代において、敗戦ですべてを失った日本を遮二無二モノづくり大国に育てるという、いわば修羅場をくぐり抜けてきた「苦労人世代」ということができるだろう。そこで彼らの残したものは、自分たちが得た経験のマニュアル化、だれにでも仕事ができるシステムであった。そこに自分たちの想いをこめようとしたのだ。

二番目の、現在四○歳から五四歳の世代が社会に出た一九七○年代後半から一九八○年代後半には、わが国は高度成長を終えてしまっていた。彼らはすでにできあがった生産システムによって仕事を始めることになったわけであり、そこでは必然的に先輩世代のつくったマニュアルに頼らざるを得なかった。そのような意味での技術伝承はスムーズにいったとしても、生産システムが大規模

になっていればいるほど、そこにこめられた先輩世代の想いを感じ取ることはむずかしく、「なぜそういうマニュアルになったのか」、バックグラウンドまではなかなか伝わらないのである。問題は第一の世代が去ったあと、いま四〇歳から五四歳の世代が第三の世代に何を、どういう形で「渡す」ことができるか、技術伝承の第二段階で顕在化するように思われる。

言うまでもないことだが、高度成長からバブル経済、その崩壊によって社会のニーズは変化し、さまざまな面で技術が進展し、人々の価値観までも変わってきた。それにともなって生産システム自体も変化してきたから、先輩世代の手によるマニュアルがそのまま使える時代ではなくなってきた。第二の世代がバックグラウンドの理解抜きでマニュアルに頼っていたとしたら、変化に即してマニュアルを進化させ、それを次の世代に伝えることができるのだろうか。

これが「二〇〇七年問題」といわれるものの質的な面であり、第一の世代の危惧であり、残念ながらそれが杞憂ではなさそうに見えるのだ。

１・４　増加する事故・災害

このように山積する問題の顕在化として、われわれは最近の製造プラントにおける事故・災害の多発に直面することになる。

ここ数年、新聞を賑わせた事故の例だけでも次のようなものがある。

- 二〇〇二年一〇月　豪華客船の火災発生

- 二〇〇三年八月　ＲＤＦ貯蔵槽爆発
- 二〇〇三年八月　ガソリンタンク火災事故
- 二〇〇三年九月　コークス炉ガスタンク爆発
- 二〇〇三年九月　工場火災
- 二〇〇三年九月　タイヤ溶融炉が爆発炎上
- 二〇〇三年九月　タンク火災
- 二〇〇三年一二月　工場から出火
- 二〇〇四年一月　プラント火災
- 二〇〇四年一月　プラント爆発
- 二〇〇四年三月　容器爆発
- 二〇〇四年四月　精油所火災
- 二〇〇四年五月　ドックで建造中のカーフェリーで火災発生
- 二〇〇四年九月　装置火災

定量的に調べてみよう。図１・４は、高圧ガス保安法に関係した事故数の推移である。統計は一九六五年度からだが、次のような傾向が指摘できる。まず

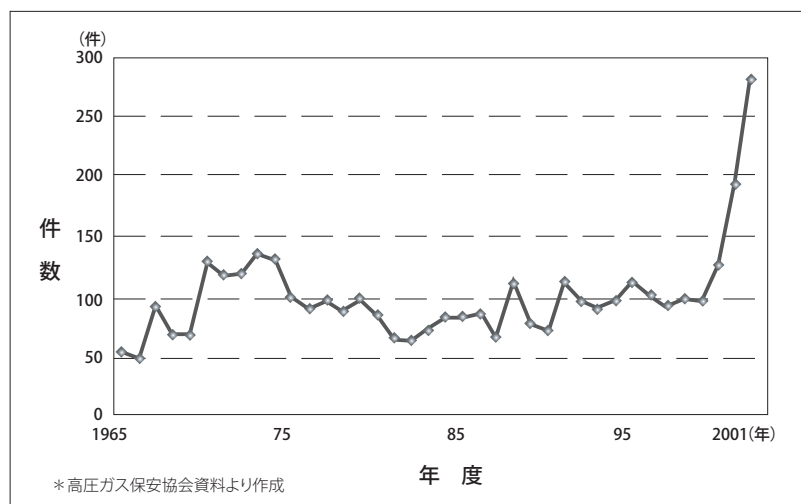



図１・４　高圧ガス保安法関係の事故の推移

左の方で年々事故が増えているのは、一九六〇年から一九七〇年にかけ、技術導入によって多数のプラントが建設されたことを反映している。かくてはならじと企業の設備管理への取組みが盛んになり、そのプラントのメンテナンスが軌道に乗って、年々増加していた事故が一九七三年度あたりから減少を始め、安定期が一九九九年度まで続く。

ただしこの図は事故の絶対数だから、設備の総量をベースに考えなくてはならない。この期間の企業設備は平均して年率五％程度で増えており、それに対して事故数の増加は年率二％ほどだから、事故が増加したとはいいながら、設備が増えたほどには増えていないと見ることもできる。一九九九年度までは。

ところが二〇〇〇年度を境に、状況は一変する。前年比で二〇〇〇年度は三五％、二〇〇一年度は五六％、二〇〇二年度は四五％と、事故は激増したのである。最近事故をカウントする基準が変わり、あるいは情報公開が進んで、この数字がそのまま事故の実質的な増加を表すものではないともいわれるが、それで三年続く激増が説明できるものでないのは明らかだ。

もう、手をこまねいてはいられない。

1・5　保全費はもち直したのか？

では、お金の方はどうか。日本プラントメンテナンス協会が二〇〇六年一月〜三月に行った、二〇〇五年度の「メンテナンス実態調査報告書」から、その現状を見てみよう。

調査は同協会の会員企業一一九一事業場に対して行われ、三八五事業場から回答が寄せられた。以下の結果は、二〇〇三年四月から二〇〇四年三月の回答企業の実績に基づいている。

メンテナンスの費用は、生産の費用ほどはっきりとしないところがあるが、ここでは材料費・外注費を含む経費と社内人件費とを合わせた「設備保全費」について聞いている。

まず、設備保全費の製品出荷額に対する比率は平均して三・〇％となっており、一事業場あたりの平均年間費用にすると、鉄鋼業二三・五億円、石油・石炭二九・〇億円、化学一六・一億円などとなっている。このデータをもとに推計したわが国全体の設備保全費総額は八・五兆円と推計され、国内総生産四九六・二兆円の一・七％を占めている。

これらの数字をどう解釈すればいいか？

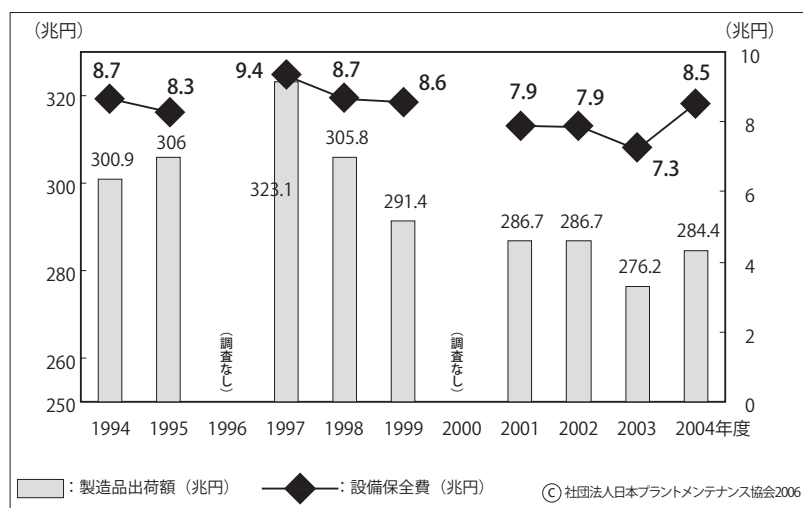



図1・5　製造品出荷額（実績）・設備保全費（推計）（経年推移）

まず、一年前の同じ調査結果と比べてみよう。二〇〇三年度におけるわが国全体の設備保全費総額は七・三兆円で、国内総生産の一・五％であったから、この一年間の変化は、総額で一・二兆円、国内総生産に占める比率で〇・二ポイントの増加である。

もう少しミクロに、三年ほど前に比べて設備保全費が増えたか減ったか、この問いに対する回答をみよう。今回の調査では、「やや増加」という答が三四・七％でもっとも多く、「変わらず」の二九・八％がこれに続き、「やや減少」二三・八％、「非常に増加」七・八％、「非常に減少」三・九％の順になっている。「やや」、「非常に」というのはそれぞれ二〇％以上、五〇％以上を目安にしているが、それらを合わせて増加したという答の四二・五％が、減少したという答の二七・七％を大きく上回っている。

これは、最近における顕著な変化である。すなわち一年前の調査では、「変わらず」という答えが四〇・〇％でもっとも多く、「二〇％程度増加」が二八・〇％、「五〇％以上増加」が二・八％で、「増加」が合わせて三〇・八％であり、「二〇％程度減少」二七・六％、「五〇％以上減少」〇・九％、合わせて二八・五％の「減少」を上回るとはいえ、その差はわずかであった。

もっと遡って二〇〇二年六月～八月に行った調査結果を見ると、「やや減少」が五四・六％、非常に減少」が二・五％と、「減少した」という回答が合わせて五七・一％を占め、「増加した」という回答の六倍近くに上っていたのである。

さらに時間のスパンを広げてみよう。図１・５は、とぎれとぎれではあるが、一九九四年度以降

のわが国における保全費と製品出荷額の推移を比べたものである。すなわち設備保全費の総額は、一九九七年度の九・四兆円から二〇〇三年度の七・三兆円まで単調に減少の傾向を示していた。この間製造品出荷額も減少していて、それに対する設備保全費の比率に意味があるとしても、一九九七年度の二・九％から二〇〇三年度の二・六％へと、その比率もわずかではあるが減少を続けていた。ところが二〇〇四年度になって設備保全費は八・五兆円に増加、製品出荷額に対する比率も三・〇％に回復している。一九九七年をピークに製品出荷額は減少を続けてきたが、この間それに輪を掛けて保全費が削減されてきた。その保全費が、ごく最近になって増加に転じたというわけだ。

これは大変うれしい話である。しかしながら、手放しで喜んでいいかというと、そうもいえないところが実はある。

第一は、前節でご紹介した近年における事故・災害の急増との因果関係である。事故に懲りて経営が保全の重要性に対する認識を改めた、ということであれば、遅きに失した観はあるものの、筆者らもこの変化を歓迎したい。しかし皮肉な見方をすれば、直接・間接を問わず急増した事故への対応が必要になり、幸いにして製品出荷額の増加によって生じた余裕から保全費が増額されたという、いわば「かかってしまった保全費」ではないのか、という疑念がある。それでは本質的な解決になっていないのではないか。

第二は、ではそれで保全費が十分になったかという問題である。二〇〇五年度の調査で保全費の過不足を聞いた問いに対して、「年初予算でほぼ充足できている」という回答は二四・九％にすぎず、

七二％では予定外の支出等が発生していて、「補正予算を組んで対処している」二二・二％はまだしも、「やりくりして運用」しているという回答が五〇・一％、依然半数を超えているのだ。

そういう懸念はあるものの、とにかく保全費が増加に転じたことを、筆者らはポジティブに受け止めたい。保全をめぐる環境の悪化の中で、これは一つのチャンスにほかならない。この機をとらえて保全費のより有効な活用を図り、製造プラントを危機的な状況から救い出さなくてはならない。

そのための提案を、次章からお話しすることにしよう。

第二章　経営と保全

2・1　いま、企業経営の課題は何か

製造プラントの保全の、最終的な目的は何か。それは単に故障を減らすことでもなければ設備を長もちさせることでもない。それらを通じて企業の永続的な経営を可能にし、経営者、従業員、顧客、株主などの利害関係者、ステークホルダーの利益を最大にすることである。

著者らは経営の専門家ではないから、正面から経営を論じようというわけではむろんない。この章では、保全と関連する範囲、というより関連すべき範囲において、経営に嘴をはさませていただきたいと思う。

ところで最近、経営を取りまく環境が激変したといわれている。では、企業の経営が当面する課題は何か、二〇〇五年の六月から七月にかけて、日本能率協会が主要企業七〇〇二社の経営者を対象に行った調査の結果を見よう。当の経営者に聞いたわけだから、何を課題と認識しているか、というのが正確な解釈だろう。有効回答数は一〇五四。同協会のプレスリリースから、いま述べた本書の文脈に沿ってその結果の概要を紹介しよう（図２・１）。以下、いずれも複数回答である。

n=1054

順位	課題	%
1位	収益性向上	57.1
2位	売上・シェア拡大	39.0
3位	人材強化（採用・育成・多様化）	29.9
4位	新製品・新サービス・新事業開発	22.0
5位	財務体質強化	21.1
6位	顧客満足向上	19.5
7位	品質向上（サービス・商品）	18.3
8位	現場の強化（安全、技能伝承など）	11.9
9位	ローコスト経営	11.0
10位	技術力の強化	11.0
11位	株主価値向上	9.6
12位	企業の社会的責任（CSR）（コンプライアンス・環境などを含む）	9.6
13位	コーポレートガバナンス強化（内部統制・リスクマネジメント含む）	8.8
14位	事業再編（リストラ・M&Aなど）	6.5
15位	グローバル化（グローバル経営）	5.8
16位	スピード経営	5.1
17位	ブランド価値向上	5.0
18位	企業理念の徹底・見直し	2.8
19位	その他	0.7

資料：社団法人日本能率協会 2005年度当面する企業経営課題に関する調査結果より　（3つまで回答）

現在（2005年）の課題認識（全体）

n=1054

順位	課題	%
1位	収益性向上	40.6
2位	人材強化（採用・育成・多様化）	36.2
3位	新製品・新サービス・新事業開発	28.9
4位	売上・シェア拡大	27.6
5位	株主価値向上	19.5
6位	顧客満足向上	19.4
7位	企業の社会的責任（CSR）（コンプライアンス・環境などを含む）	18.6
8位	財務体質強化 13.8	
9位	技術力の強化	12.7
10位	コーポレートガバナンス強化（内部統制・リスクマネジメント含む）	12.4
11位	品質向上（サービス・商品）	12.2
12位	ブランド価値向上	11.2
13位	グローバル化（グローバル経営）	11.0
14位	ローコスト経営	7.4
15位	事業再編（リストラ・M&Aなど）	6.9
16位	現場の強化（安全、技能伝承など）	6.5
17位	スピード経営	5.2
18位	企業理念の徹底・見直し	2.3
19位	その他	0.6

資料：社団法人日本能率協会 2005年度当面する企業経営課題に関する調査結果より　（3つまで回答）

将来（2008年頃）の課題認識（全体）

図2・1　日本企業が重視する経営課題

まず視点１「現在（二〇〇五年）」および「将来（二〇〇八年ごろ）」の課題認識」について。現在の認識ではダントツの一位が「収益性向上」で、五七・一％に上っている。二位が「売り上げ・シェア拡大」、三位が「人材強化（採用・育成・多様化）」と続き、「現場の強化（安全・技術伝承など）」は八位に挙げられている。

同じことが二〇〇八年ごろにはどうなるか？　将来の課題に関する認識を見ると、一位の「収益性向上」

	製造業全体（n=514）	製造／1千人未満（n=303）	製造／1千人～1万人未満（n=158）	製造／1万人以上（n=50）
不十分な技術・技能の伝承	51.4	41.0	63.3	70.0
熟練労働者の不足	38.9	34.0	47.5	42.0
若手社員の育成・指導担当者の不足	37.4	35.6	39.9	40.0
製品品質・業務品質の低下	23.9	22.1	24.7	30.0
特に懸念事項はない	23.0	29.7	13.3	14.0
生産トラブル・情報システムトラブルへの対応力の低下	21.8	18.5	25.9	30.0
プロジェクト推進者の不足	13.4	12.5	13.6	14.0
生産性・能率の低下	10.3	11.6	8.2	8.0
安全対策の空洞化・災害の多発	6.2	4.6	7.6	12.0
その他	1.4	2.3	0.0	0.0

資料：社団法人日本能率協会 2005 年度当面する企業経営課題に関する調査結果より

図２・２　2007年問題における懸念事項（製造業・従業員規模別）

は変わらず、ただし得票率は四〇・六％に下がっている。二位以下はかなり入れ替わっているが、筆者らは、二〇〇五年に一二位だった「企業の社会的責任（コンプライアンス・環境などを含む）」が七位に、一三位の「コーポレートガバナンス強化（内部統制・リスクマネジメントを含む）」が一〇位に上がっていることと、逆に八位だった「現場の強化」が一六位に落ちていることに注目した。

次に、視点４「二〇〇七年における懸念事項」について（図２・２）。「特に懸念事項はない」という回答も二三・〇％あるけれど、五一・四％が「不十分な技術・技能の伝承」を懸念しており、次いで「熟練労働者の不足」、「若手社員の育成・指導者の不足」と、いわゆる「二〇〇七年問題」が強く認識されている。

にもかかわらず、先に引用した将来の課題の図で、この問題に関連する「現場の強化」が一六位と低くなっていたのは、二〇〇八年ごろにはもう手が打て

資料：社団法人日本能率協会 2005 年度当面する企業経営課題に関する調査結果より

図２・３　製造部門における安全対策の実施状況（製造業全体）

ているという認識なのだろうか。

もう一つ、視点５「現時点における重視度の高い安全対策」に、大変気になる結果がある。そもそも生産現場の防災・安全対策は全般に「やや不十分」と認識されているのだが、特に「事故・災害発生後の事業継続計画の策定」を十分とする回答は、一三・二％しかない（図２・３）。

順番が戻るが、視点２と３でミドルマネジャー、部下を持つ三〇代後半から四〇代前半までの課長層について聞いている。まず視点３はその層に求められる「役割・要件の重要度」で、一八の役割・要件を挙げてある（図２・４）。それぞれの役割・要件について、一〇年前より重要度が上がったか下がったか、あるいは変わらないかを聞いたわけだ。その中で、重要度が上がったとする回答の割合の高いものを見ると、「迅速に意志決定を行う」六六・八％、「現状にとらわれずに変革を推進する」六七・五％と並

資料：社団法人日本能率協会 2005 年度当面する企業経営課題に関する調査結果より

図２・４　ミドルマネジャーに求められる役割・要件の重要度

んで、「全社方針に基づいて、適切に部門の目標設定を行う」が六六・四％の高率になっている。これは経営者を対象にした調査だから当然なのかも知れないが、全社的な経営の目標の浸透が期待されているわけだ。

視点２は、同じ一八項目の役割・要件について、「ミドルマネージャーに求められる役割・要件の期待充足度」を聞いた結果である(図２・５)。ここでは、「日々の業務に、ひたむきに取り組む」についての充足度がもっとも高く、期待を上回っているという回答が七一・三％を占めている。それに対し、重要度が高いと考えられている「会社方針に基づいて、適切に部門の目標設定を行う」については、期待を下回っているという回答が五二・三％、半数を超えているのが現状である。

２・２　保全の経営における意味

図２・５　ミドルマネジャーに求められる役割・要件の期待充足度

さて保全の話に戻ろう。本来保全、メンテナンスは、生産と同じくらいの広がりを持つ分野であり、同じくらいの重要性があると筆者らは考え、主張してきた。それが必ずしも一般に受け入れられていない証拠がある。

それはこういうことだ。「メンテナンス・フリー」というのは、よく聞く言葉である。それに対して、「プロダクション・フリー」という言葉はおそらく存在しない。何もしないで製品ができるとはだれも思わないけれど、うまくやればメンテナンスの方はなしですむ、そういう考えが、むしろ一般的なのではないか。

ある製品について一定の寿命を設定し、その間メンテナンス・フリーにするというのは、一つのいき方である。JR東日本の京浜東北線を走っている二〇九系という電車があるが、「価格半分」「寿命半分」「重量半分」を謳い、従来の半分にした使用期間の間は「メンテナンスを不要」にしようというコンセプトである。しかしそれは、最新の技術を取り入れたインテリジェント化などによる高度なメンテナンス・システムを前提にした謳い文句なのだ。

言葉どおりの意味でのメンテナンス・フリーを目指す、それはとんでもない間違いなのだと、筆者らは言いたい。この点は、次のように考えるとわかりやすいように思う。

図2・6をご覧に入れれば説明の必要はないかも知れないが、まず右。話を単純にすると、企業は設備を使って製品をつくり、それを顧客に提供する。それによって社会のニーズに応え、従業員に生活の資を提供し、株主にしかるべく配当をする。そういう形ですべてのステークホルダーに貢献

するのが企業であり、その責任を負うのが経営者だということになるだろう。

図の左は、右の図をくるりと回転させたところである。企業がその生産活動を続けるためには、設備の機能を必要なレベルに維持しなければならない。それが設備管理、保全であり、企業は保全を通じてロスをなくし、リスクを最小限に抑えることによってステークホルダーに貢献する、もう一つの面を持っているのだ。この一対の絵は、いわば企業活動の表と裏であって、いずれを欠いても「永続的経営」は不可能になる。

さて、こういう考えから、前節でとりあげた調査結果を考えてみよう。

もともとこのような調査では、回答者にすんなり受け入れられる選択肢をつくるから、あちこちの項目が相互に関連していて、必ずしもAかBかということにはなっていない。

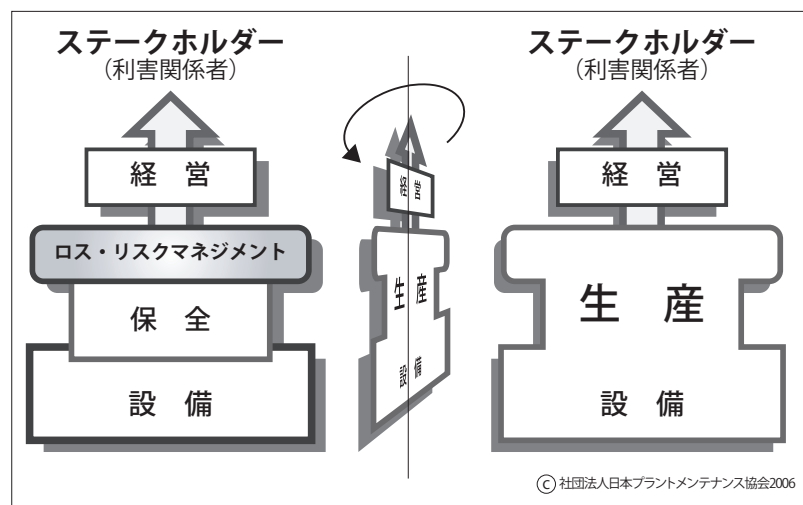



図2・6　企業活動とステークホルダー

「収益性の向上」は、製造プラントの保全の最終目的でもあるステークホルダーの利益を最大にすることそのものであるし、「売り上げ・シェアの拡大」は「収益性向上」の有効な手段である。さらに「人材強化」も、そのような経営の永続性のために必須の事項である。

ここまでは、資本主義経済である限りいつだって成り立つ真理である。では、最近変わった経営環境とは何か？　一番大きく変わったのは、社会の中の存在としての企業という見方が強くなったことだろう。この調査の選択肢でいえば、「企業の社会的責任（コンプライアンス・環境などを含む）」と「コーポレートガバナンス強化（内部統制・リスクマネジメントを含む）」が直接それに該当する項目である。二〇〇五年の回答でそれらが一〇位以下というのは、長引く不況で尻に火がつき、「重要性はわかっているけど、今はそれどころじゃない」、おそらくそういうことだったのだろう。

ところがここへ来て、状況が変わった。企業の社会的責任がきびしく問われるようになり、そのためにコーポレートガバナンスを強化しなければ、企業の存立すら危うくなる事態に立ち至ったのである。各企業とも、二〇〇五年当時における将来予測以上に、この二項目には力を入れているのではあるまいか。

ここに、本書が主張したい点がある。それはコーポレートガバナンス、とくにリスクマネジメントという最近注目を集めている項目が、そのまま「収益性向上」につながっているという認識であり、そこに保全の果たすべき大きな役割があると考えるのだ。

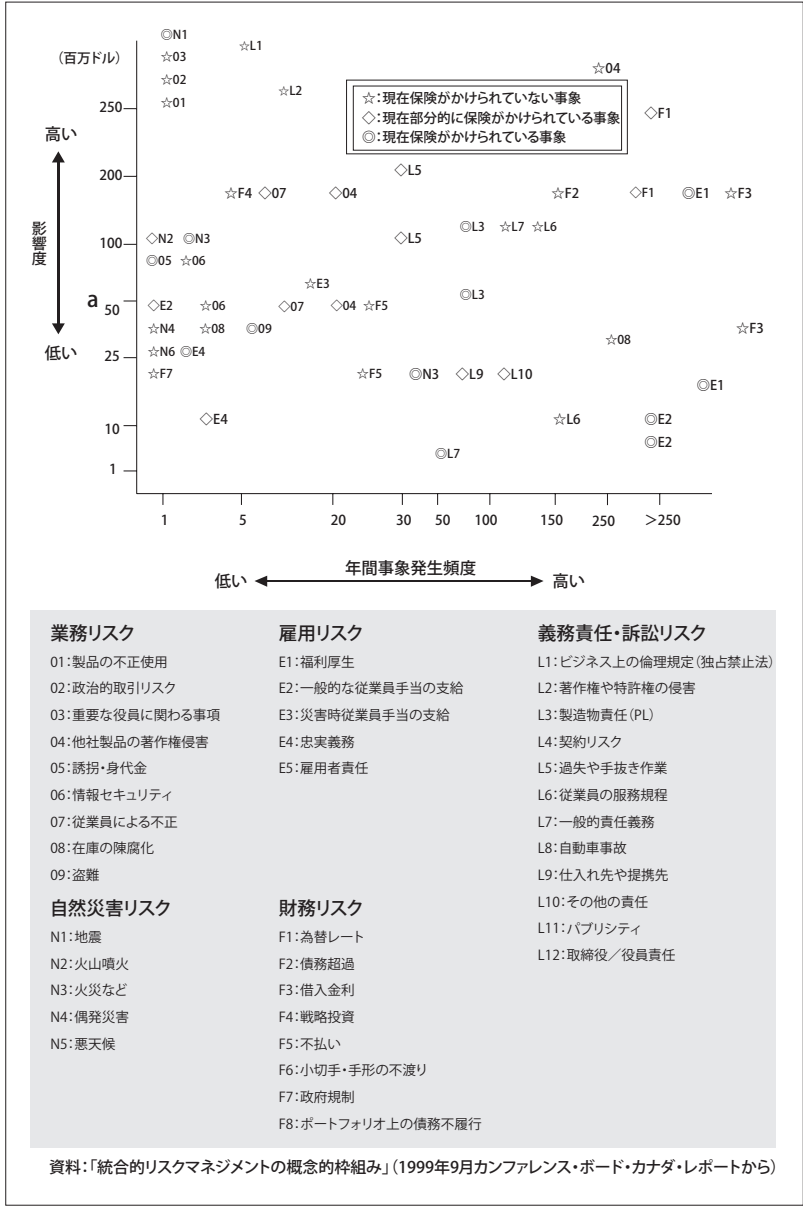
2・3　ロスとリスクについて

その、リスクの話に入る前に、ロスについてお話ししておきたい。

日本プラントメンテナンス協会は、ＴＰＭ（Total Productive Maintenance）の普及・啓発を進めているが、そもそもＴＰＭとは、

一　生産システム効率化の極限追究（総合的効率化）をする企業体質づくりを目標にして、
二　生産システムのライフサイクル全体を対象とした「災害ゼロ・不良ゼロ・故障ゼロ」などあらゆるロスを未然防止する仕組みを現場現物で構築し、
三　生産部門をはじめ、開発、営業、管理などのあらゆる部門にわたって
四　トップから第一線従業員に至るまで全員が参加し、
五　重複小集団活動により、ロス・ゼロを達成すること

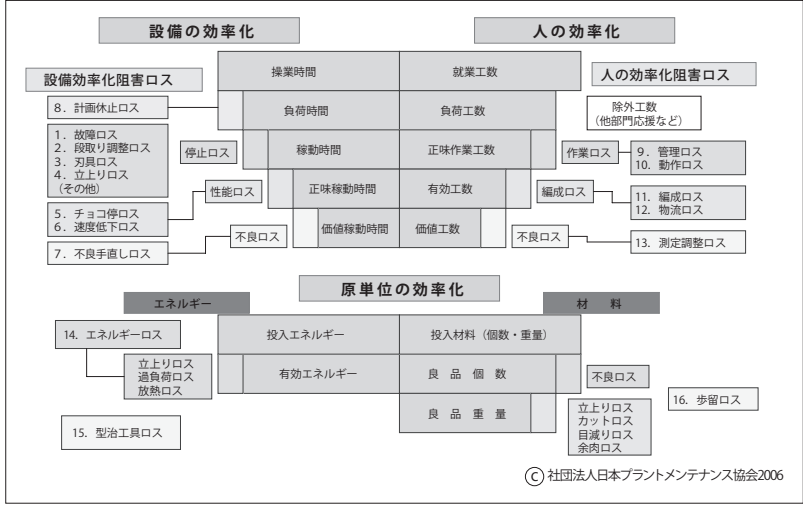
と定義されている。

ここでは「利益を阻害する要因」としてロスを定義し、それを設備の効率化阻害ロス、人の効率化阻害ロス、原単位の効率化阻害ロスに大別する。そして設備の効率化を阻害する八大ロス、人の効率化を阻害する五大ロス、原単位の効率化を阻害する三大ロスの、合わせて「一六大ロス」を基本的なものと考え、「ロス改善ツリー」によってロスをつぶし、ゲインを上げようというのがＴＰＭ活動である（図２・７）。

ではリスクとは何か？　いま述べたようなロスとの対比でいうならば、「ロスは、過去に発生した事象の結果が顕在化したもの」であるのに対し、「リスクは、未来に起こり得る事象で潜在的なもの」ということができるだろう。

一般的な定義を見よう。日本工業規格ＪＩＳ Ｑ二〇〇一「リスクマネジメント構築のための指針」が制定され、そこではリスクを「事態の確かさとその結果の組み合わせ」と定義している。これではやや漠としているが、英国規格はもっとはっきりしていて、リスクとは「ハザードの可能性、頻度と事象の結果生じる大きさの相乗値」と定義している。要するに、どのようなハザード、つまり起こっては困るような事象がどのくらいの頻度で発生し、それが発生するとどれほどの損失が生ずるか、この二つの因子を掛け合わせたものがリスクだというわけである。

この関係を定量的に示したものとして、「リスク

図２・７　「ロス」の構造

図２・８　リスクマップの例

マップ」が知られている。製造会社の例ではないけれど、一九九五年ごろにビル・ゲイツがつくらせたといわれる、マイクロソフト社のリスクマップを見てみよう（図2・8）。

図中にプロットされているのがさまざまなリスクの要因であって、横方向の位置が年間に発生するであろう頻度、縦方向の位置が起こったときの損失額である。この横座標と縦座標の積としてリスクを定量的に表わせば、ロスと同じ物差しに載せることが可能だというわけだ。いうまでもなく右上の、発生する確率が高くしかも発生したときの損失も大きいもの、この例でいうと為替レートとか他社製品の著作権侵害が、マイクロソフトにとっては「大きなリスク」であったわけだ。

ところで、リスクに正面から向き合うことを避ける傾向が、日本人にはあるように思われる。製造現場のリスクについて、日本とアメリカの経営者の考え方がどう違うか、典型的な考え方を比較してみよう。

ＴＰＭもそのスローガンに掲げているように、日本人には、製造現場のトラブルはゼロでなければならないという観念が出発点にあり、そのためにはリスクを存在させてはならないと考える。そこからがやや三段論法になるのだが、存在してはならないリスクは考えない、すなわちリスクを想定外に置くことになり、想定外のものに「むだな」費用をかけたくないという結論になる。ある意味では完全主義の、ロス・ゼロのあくなき追究であって、そこに見えるのは現場重視の発想である。

これに対してアメリカの経営者の考えは、製造現場のトラブルがある確率で発生するという前提に立つ。すなわちリスクはゼロにはなり得ないという認識であって、技術面・財政面の対策をとる

のは当然だが、その想定を超えるリスクの顕在化をも含めた損害額の最小化が保全費算定の基準になり、事故が発生したら保険でカバーするという考え方である。こちらは、理論重視の発想というべきだろう。さらに遡ると、このような違いの根元には、日本人とアメリカ人のメンタリティーの違いがあるように思われる。

与党との大連立が「九九・九九％ない」といった野党代表が、早速「残り〇・〇一％はどうなのか」とかみつかれたことがある。シロートが考えれば、合従連衡を常とする政界において、〇・〇一％の可能性をも否定することが現実的とは思われないが、「それをいっちゃおしまい」というのが、典型的な日本人のメンタリティーなのではないか。求めるのは、科学的なステートメントではなく、運動の旗印としてのスローガンなのだ。

そういうわけだから、製造現場のトラブルにしても、日本で経営者がうっかり「トラブルはある確率で発生する」などといえば、「トラブルの発生を容認するのか、従業員がけがをしても良いのか」と袋だたきにあうに違いない。トラブルを起こしてしまった企業のトップが「あってはならないこと」と頭を下げるのも、同じメンタリティーを意識してのことだろう。

運動論としてならば、それはあり得る話である。しかしながら、ゼロにできないリスクをゼロにするとして想定外に置いてしまうのは、臭いものに蓋、現実からの逃避にすぎない。なんでも外国に範をとるべきだというつもりはないが、この問題に関する限り、アメリカの考え方のほうが合理的であるといわざるを得ない。

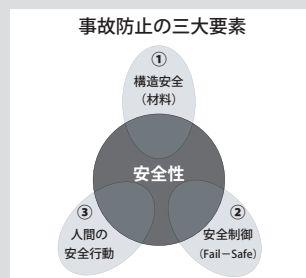
〔Column〕「機械安全」と世界の常識

2006年に発生したエレベーター事故で、高校生が突然上昇を始めたエレベーターと乗り場上枠との間に挟まれ死亡した。事故が起きたマンションのエレベーターは過去３年間で少なくとも41件の故障やトラブルが発生していたという。また、この製造メーカーのエレベーターでは、1999年以降全国で270件のトラブルがあり、海外でも死亡事故が発生していることがわかって、世論は騒然となった。

問題にすべきは、メーカーや保守・管理会社など多くの業者が故障・トラブルが多いと認識していたことである。しかも、ブレーキの不備という、安全面で絶対に無視できないはずの不具合をも承知していたという。これらの論議を通して、わが国における本質的な機械安全に対する認識の問題がみえてくる。

(1)「機械安全」の原則

まず、「機械安全」の立場から原則論を考えてみよう。事故防止のための要素は、①構造安全、②安全制御、③人間の安全行動の三要素である。この順番が大切で、構造安全であること、すなわち機械が故障を起こさないことが、まず優先されるのである。

しかし、故障しない機械はあり得ない。したがって、次に安全制御が優先される。人間の安全行動も重要であるが、それはあくまでも補助的なものなのである。

安全制御では、故障発見と停止操作について、基本的に人間が行うものではないとされている。人間に故障の発見・停止操作を任せると、停止操作が遅れて災害となる場合がある。人間のミスを少なくはできるが、まったくミスしない人間を求めるのは不可能である。

そこで国際規格ISO 12100では安全の基本について、人がミスする可能性を認めて、少なくとも危険な状態になったときは、機械側を停止するシステムが要求されている。「Failure to danger／危険側障害」すなわち安全側とは、機械が停止している状態であり、エレベーターの場合であれば、扉が開いている間は動かないように固定されていなければならない。もしこのとき、停電など何らかの原因で電気回路や制御装置が誤動作をしたとしても、扉が開いている間は、いかなることがあってもエレベーターは動かないことが安全制御の基本「Fail safe」であり、本質安全である。

どのような安全思想で設計されたかが、まず問われなければならない。そのうえで、メンテナンスは適切であったか、管理会社の管理は、という順序で問われるべきである。しかし、現実の論議はどうか。曰く「社長の謝罪が遅い。事故情報を隠している」「格安の受注をしたメンテ会社は何を見ていたのか。下請けに出して手抜きをしたのではないか」「管理会社は丸投げで何もしていない。潰してしまえ」。いかにもマスコミ化した表層的、感覚的論議に終始し、本質論議に至っていない。これでは、ほとぼりが冷めるとまた事故が起こるのではないか。

(2) なぜ「労働安全衛生法」は改正されたか

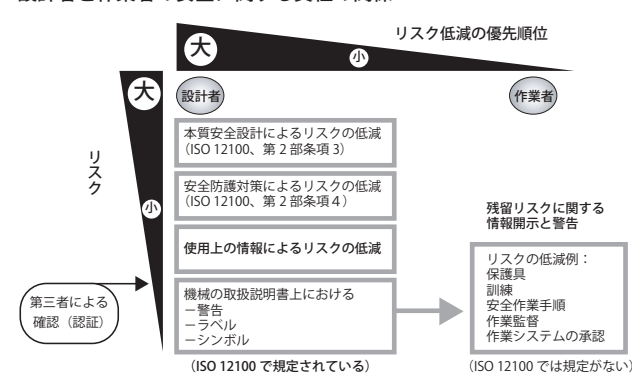
わが国では、機械類の安全性について、現場作業者の訓練や安全作業マニュアルの整備・徹底などで実現されてきた。労働災害が発生すると“うっかりミス”の心理的側面を重視し、作業者の熟練や技能に頼った安全の確保に重きを置く傾向にあった。安全技術よりも、効率やコストの面を優先してきたためである。これに対し、主にヨーロッパでは人間に頼る前に、まず機械そのものの安全を実現するという技術を重視してきた。これを国際標準として制定したものが、ISO 12100である。

わが国においても、設備の自動化・電子化が急激に進んでいる。とくに、従来は労働集約型の産業であった加工組立型産業でも設備の大型化・複雑化に伴い、重大な労働災害が増加する傾向にある。このため、2006年「労働安全衛生法」が大幅に改正された。その背景には、ISO、ICEをはじめとして「リスクアセスメントを盛り込んだ設備に関する国際規格」が制定され、これに基づいて国内規格であるJIS等が改訂されていることにある。これら一連の改訂は、人間を守る安全に対する基本的なコンセプトに貫かれている。

労働安全衛生法の改正により、どの事業者も事業所内の危険・有害要因を特定し、それぞれのリスクを評価し、これに基づいてリスクの除去・低減措置を実施するという手法（リスクアセスメント）を導入することが必要となった。安全衛生活動を熟知したベテラン労働者が現場を去る2007年問題がその背景にあり、個人に頼るのでは、安全レベルの低下は避けられないとの認識である。

わが国においても、やっと国際的な安全の常識が法的に定められ、リスクマネジメントシステムがスタートすることになったといえる。

リスクアセスメントとして取るべき対策は、階層化され次のように順位づけされている。機械の安全設計のプロセスでは、まずリスクアセスメントを行うことが要求される。上述したように、機械は故障し、作業者は誤りを犯すことを前提としている。したがって安全対策は、まず設計者や製造者の側で行うことが基本になるのである。

そして、リスク低減の方法としては、①危険源そのものを除去し、それができない場合は②ガードを設置し、または安全装置を設置するという手順を、残存リスクが受容できるリスクレベル以下になるまで繰り返す。また、最後まで残る残留リスクに対して、すべての使用者に情報提供と警告を行うことになる。

2・4　リスクマネジメント

そのアメリカにしても、経理、財務など、保険に直接関係した分野を別にすれば、リスクマネジメントが実施されるようになったのはそんなに古い話ではない。まず一九九〇年、米国石油協会（American Petroleum Institute）が、化学プラントに代表されるプロセスプラントの大規模事故を対象に、ＡＰＩ　ＲＰ７５０「プロセス危険管理」を出したのがことのはじまりで、それが連邦法に導入されたのが一九九二年、そのような事故が地域社会に及ぼす災害を対象としたリスクマネジメント・プログラムの規定が連邦法に定められたのが一九九六年、そして二〇〇〇年以降になって、ようやく全社レベルのリスクマネジメントが実施されるはこびになったのである。

では、リスクマネジメントとはどのようなものか？　ハード資産のマネジメントに限定した英国規格「アセットマネジメント」について、きわめて具体的な適用指針を示しているＰＡＳ５５‐２から、要点を紹介しよう。

大きく分けると、リスクマネジメントは、リスクの認識、リスクの評価、リスクの管理の、三つのステップから構成される。

まず第一段階、リスクとしては、次の六つのカテゴリーの潜在的な事象を含むべきだとしている。

（a）機械的故障、偶発的被害、悪意的損害またはテロリストの行為などの、物的故障のリスク
（b）資産の管理、人的要素および、その他のパフォーマンス、条件または安全に影響を与えるすべての活動を含む経営上のリスク
（c）自然環境の事象（嵐、洪水など）
（d）外部から供給された材料およびサービスの故障のような、組織の管理外にある要因
（e）既成パフォーマンス要求事項への不適合または評判の失墜のような利害関係者のリスク
（f）資産関連の設計、使用、調達、建設、据付け、コミッショニング、検査、監視、保守、回収、交換、廃止解体および処分に関わるリスクの該当するもの

第二ステップのリスク評価は、この第一ステップで認識した事象について、前節で紹介したマイクロソフトのリスクマップの横軸と縦軸、事象が発生する頻度あるいは確率と、その事象が発生したときに生ずる損失を見積もる作業である。前者については、嵐や洪水による散発的な事象と、経年変化による進行的な事象の双方を考慮すべきだとされているが、まあそれは常識的な指摘だろう。そしてリスクマップでいうと縦軸、事象が発生したときの損失の種類については、図２・９のようなものを挙げている。

そして第三ステップ、リスク管理というのは、第一、第二ステップの結果を踏まえて、それまでの管理のやり方でいいか、あるいはやり方を変えるかを決定するステップである。そこでは、まずそのリスクマネジメントにおいて許容するつもりでいる最高のリスクレベル、許容可能なリスクを低減する目標レベル、無視できると見なすリスクレベルを規定しておくこと、また管理措置を講じる際には相対的コスト、リスク低減による利益、利用可能なオプションの健全性を配慮すること、

さらに管理措置の変更・新規導入が必要な場合には、対象とするリスクの程度、その処置のコスト、それによるリスク低減の効果を考慮して優先順位をつけること、などを指摘している。

このような海外の動きに若干遅れたが、わが国の企業においても、近年リスクマネジメントに関する意識は急激に高まってきているように思われる。前述した日本プラントメンテナンス協会による二〇〇五年度のメンテナンス実態に関する調査結果を見ると、リスク管理について「グループ企業・全社レベルでのリスク管理体制が確立され、これを一事業場として担っている」が二九・四%、「事業場によっては体制が確立されている」が二〇・八%と続き、これらを含めて何らかの体制を整備している事業場が、七八・八%にのぼる。リスク管理の必要性を感じていない企業は、ほとんどないといってよい。

- ◎資産あるいは資産システムの故障回復コスト
- ◎修理あるいは交換コスト、二次的損害、後かたづけのコスト
- ◎相互に連結したシステムのカスケード故障
- ◎資産が要求されているパフォーマンスを提供できないこと
- ◎収益の喪失または遅れ
- ◎人の健康に対する損害、傷害または想定死者数
- ◎環境に対する損害、後かたづけのコスト、罰金
- ◎監督機関の罰則
- ◎法的措置のコスト及び結果、例、訴訟費用、補償
- ◎予算、計画またはスケジュールに合わせられないこと
- ◎契約義務を満たせないこと（例）引き渡しの不履行
- ◎営業許可に対する影響
- ◎株価に対する影響
- ◎組織の評判、ブランド名、スタッフの意欲などに対する有害な影響

BS規格PAS 55-2：2004より作成

図２・９　資産が故障した場合の影響

〔Column〕ロスとリスクの構造

「ロス」と「リスク」に対し、どのような対策をとればもっとも効果的であろうか？

これを考えるために、「ロス」と「リスク」がどういう関係にあるか、その基本構造をおさえておきたい。

リスクが顕在化して損害（ダメージ）を与えるという構造に対し、リスクマネジメントにおける基本的な考え方を参考に、筆者らはロスとリスクの基本構造を図のように考えている。

まず、設備やそれを扱う人が最初にある。人も設備もなければ、それを原因としたリスクもロスも起こり得ないからだ。ある事象の最初に来る「原因」が設備や人である。

話をわかりやすくしたいので、非常にシンプルな事例をあげるが、その原因たる設備にいま、何らかの理由によって火花が生じたとする。もし、その周りに何もなければ火花は火花で終わるのだが、悪いことに周辺に油がもれ出ていた。油に引火した火が燃え広がって、やがて爆発に至ったというケース。ここで、最初に原因から出た、やがて損害につながる事象を「脅威」とする。つまり、このケースでは火花が「脅威」にあたる。

その脅威たる火花の周りに、燃えやすいものがあった（油）ということを、ここでは「脆弱性」と呼ぼう。原因（設備）から脅威（火花が出た）が生じて、脆弱性（油があった）によって拡大し、爆発したというわけである。このとき、脅威と脆弱性を合わせて「リスク」と考える。

そして、そのリスクが顕在化したこと、その顕在化した事象を筆者らは「ロス」と定義した。それ（ロス）によって損害（ダメージ）が生じるのである。

まとめると、原因(設備)およびその周辺には潜在的なリスク(脅威と脆弱性)が存在し、これがロスとして顕在化したとき経済的損害を与える。このリスクは、労働災害などのリスクだけではもちろんない。代表的なところでは、設備によって生み出される「品質リスク」や周辺環境に与える「環境リスク」、また今日的テーマとなってきた「コンプライアンス（法的）リスク」など、設備とそれに扱う人に直接起因するリスクは非常に多岐にわたる。

2・5　経営マターとしての保全

このような状況の下で、今、プラントの保全に関して必要なものはなにか。

少し戻るが、2・3で説明を先に延ばしたTPM活動で考えているロス（図2・7）と、2・3でお目にかけたリスクマップ（図2・8）の関係あたりから話を進めさせていただこう。

TPMでは、生産現場における「一六大ロス」をゼロにすることによって利益を増大させることを目的にしている。それはもちろん重要であり、それを撲滅するためのツールを提供してきたTPM活動の成果は、少々自賛させていただいてもいいだろう。

それに対して、図2・8のリスクマップにおいて五つのカテゴリーに分類されているリスク、つまり業務リスク、自然災害リスク、雇用リスク、財務リスクおよび義務責任・訴訟リスクというのは、あるいは英国規格の適用指針が挙げている一四種の損失にかかわるリスクというのは、ちょっと性質が違うんじゃないか、そんな違和感を持たれた向きが多いだろう。実はその違和感に問題の手がかりがあると、筆者らは考えているのだ。

マイクロソフト社の例にしても、英国規格が挙げているリスク評価の項目にしても、それは組織、すなわち企業全体にとって潜在するリスクであり、それが顕在化した場合のロスは、企業全体としての損失になる。したがってそのリスクのマネジメントは、経営トップによるポリシーに基づいて行うべきものである。これは、英国規格の指針が強調しているところでもあって、「アセットマネジ

〔Column〕ロス・リスクと低減コストとの関係

ロスの発生とコストの関係、およびその対策について考えてみたい。もちろん、ロスとはリスクが顕在化したものであることは、すでに述べたとおりである。図は模式的に表してある。

①　現象フェーズ１

何も対策をとっていないところを、時間軸の０、つまり左端に置く。ここではロスが発生しており、これがコストの上昇要因になっている。上のグラフと下のグラフは相関関係にある。さて、通常ここでの活動は、ロス対策となる。まずロスを定義し現状の問題を明らかにする。課題を設定しロスの削減を行なう。この段階では、ロスの削減につれコストにも低減効果が現れやすいといえる。つまり、容易に「見える成果」が現出しやすいということである。

②　現象フェーズ２

ロスがある程度削減されると、成果は収束してくる。この段階になると、費用の低下も少なくなる。ここが、第一段階の活動の到達点であるが、「見える成果」が出にくくなってくるのである。ここでよく考えなくてはいけない。ここからかかる費用は、ロスが低減された状態を「維持するための費用」ということである。ロスとリスクの関係を思い起こしてほしい。ロスが低減された状態を「維持するための費用」とは、ロスとして発生しないリスク状態を維持する、つまり、リスク抑制の費用が内在しているのである。ロスが低減された状態をマネジメントするための費用、と言い換えることもできる。

③　現象フェーズ３

ではこの先、コストを闇雲に下げようとするとどうなるであろうか？　リスクが顕在化して、ロスが発生してしまうのである。マネジメントのバランスが崩れてしまう結果といえる。しかし、ここが経営判断を下すべきところであり、小さ目のロス発生を容認するか大きなリスクの抑制をとるかを検討することが重要な課題となる。特に、現場での人員数、保全への投入費用などは、「ロスが低減された状態を維持する」のになくてはならないものであろう。闇雲にコスト削減すれば当然、リスクがロスとして顕在化し、より大きな費用が発生してしまうかもしれない。現場では「あれだけ活動したのに、効果がなかった」という無力感だけが残りかねない。これでは、モラールが低下した分、前より悪くなってしまう。経営層は、こういった悪循環に陥らないマネジメント思想を持つ必要があろう。

メントでは、トップマネジメントが実効的に推進し、これを権限のある有能な従業員が支援するというプロセスが必要になる」という記述を皮切りに、繰り返し経営トップの関与の必要性を強調している。

「リスクマネジメントは、経営が自ら率先して取り組むべき問題である」、筆者らもこの点を強調したいと思う。

2・2の終わりに紹介したわが国企業のリスク管理に関する調査において、意識の高まりは見られるものの、グループ企業として、あるいは全社レベルでの体制の確立が半数弱である現状は、いまだ問題なしと考えている向きが多いことを示しているように思われる。そして2・1で述べた、「会社方針に基づいて、適切に部門の目標設定を行う」という、ミドルマネージャー層に求められている役割・要件は、リスクマネジメントにおいても重要なのであり、その期待を下回っているミドルマネージャーが多いという現実は、はなはだ問題が大きいのではないか。

保全に話を戻そう。TPMが対象にしているロスは、設備の効率化にしても人の効率化、原単位の効率化にしても、「生産現場」すなわちプラントのサイト内の事象が原因となって、サイト内に発生するロスである。しかしロスの原因がそのようにサイト内の事象であったとしても、それが及ぼすロスはサイト内に限られるわけではなく、広くサイト外に及ぶ場合がしばしばある。それらは、先に述べたリスクマップなどの項目と同列に考えられるべきものなのである。

では、製造プラントのサイト内の事象が原因となってサイト外に及ぶリスクには、どのようなも

〔Column〕ロス・リスクの認知とコスト

これまで述べてきたように、ロスというすでに発生した現象に対しては対策をとり得る。したがって、ロスはゼロにすることができるといえる。一方、リスクは未だ発生していない現象であるから、リスクに対してはある程度想像する範囲の問題である。あらゆるすべてを想像してすべてに手を打つことはできないから、リスクは決してゼロになり得ないし、また、想像の仕方によっては大きくも小さくもなるものである。つまり、リスクをどう「認知」するかが、リスク対策に対する費用のかけかたにつながってくる。そこで、ここではロス・リスクの構造を、どう認知するかという面からみてみたい。

構造的に、「ロスとして発生する」と「リスクとして潜在化する」は入れ子のようになっており、顕在化・潜在化を繰り返している。この繰返しは、経済性にまつわる条件との兼ね合いで左右される側面もある。たとえば、急に製品が売れすぎて過酷な設備運転条件になった場合などは、ロスとして顕在化する可能性が高くなるであろう。

①　認知しているリスク

認知しているリスクに対しては、対策費用の発生を伴う場合と伴わない場合に分かれるようだ。費用が発生するものは、「設備保全そのもの」「教育・訓練、標準書作成・維持、運転条件整備などに費用をかけて、さまざまなリスクの潜在化を維持する」「品質不良に対する仕組みの改善」などがある。

また、対策費用が発生しない、すなわち“起こってから対応する”ものには、天災対策のうち発生してから設置する対策本部の設置などがあたる。

②　認知していないリスク

こうしたリスクには、対策費用の発生はない。本来認知すべきだが、このリスクを認知するのに、現時点では実力がなくわからないものといえる。それだけに、発生したときがこわいリスクだ。

さらに、図では「許容限界外」としたものもある。これは、国内判例の言葉では「受忍不可」なリスク（Unacceptable risk）で、社会的にだれもこのレベルを受け入れられず、直ちに対策をとるべきものとされている。また、このレベルの事故などは、未然に検知することがむずかしいとされている。

リスクを「発生確率×影響度」といった確率論からのみとらえるのではなく、さまざまなステークホルダーにとってのリスクの本質をこそ、対策の本筋に置きたいものだ。

のがあるのだろうか。前節とは異なる角度からの分類になるが、次のようなカテゴリーのリスクを考えなくてはならない。

（ａ）品質リスク：リコールに象徴される、製品の品質不良のリスク
（ｂ）機会損失リスク：ラインの停止によって生産機会、販売機会を失うリスク
（ｃ）災害リスク：火災・爆発などの事故がサイト外に及ぼす災害のリスク
（ｄ）環境リスク：サイトからの漏洩物、排出物などによりサイト外の環境を損なうリスク
（ｅ）法的リスク：右記したような種々の因子に基づく法的責任を生ずるリスク

企業にとっては、近年話題になることの多い敵対的買収をはじめ、さまざまな種類のリスクが存在する。その中で、ここで論じているような、サイト内の事象によるリスクを重視すべき大きな理由が二つある。その第一は、それがときとしてきわめて大きなロスとして顕在化し得ることであって、プラントの不具合が品質のロスを生じ、機会喪失はおろか法的責任を問われて、企業自体が存立できなくなった実例を想起すれば明らかだろう。

そして第二は、地震などの自然災害によるリスクや為替レートなどの財務リスク、あるいは相手のある敵対的買収などと違い、原因となるサイト内の事象には、企業自身がその気になればコントロールできるものが多いことである。それらの多くは設備に関連するものであり、したがってそのコントロールの手段として、保全が重要であることを強調しておきたい。

ここまで読んでいただければ、筆者らの主張したい点はおおよそ見当がつくに違いない。

一方には、手をこまねいてはいられない製造プラントの危機的状況があり、他方では企業の社会的責任、コーポレートガバナンスの強化が求められるという、経営環境の変化がある。そのような状況において、保全の最終的な目的であるステークホルダーの利益の最大化を図り、永続的な経営を可能にするためには、企業のリスクマネジメントを経営自体が推進することが必要であり、その大きな一環として保全を位置づけようというのが筆者らの主張したいところである。

それを実現するためには、まず保全の「仕組み」を改めなければならない。そのような目的で筆者らの構想しているＭＯＳＭＳについて、次章ではそのコンセプトをお話しし、第Ⅱ部でその具体的な適用について説明することにしよう。

第三章　戦略的保全マネジメントシステム（MOSMS）の提案

3・1　MOSMSのPDCAサイクル

口ごもって電話をかけているような感じがしないでもないが、MOSMSというのは「経営に資する戦略的保全マネジメントシステム」、Maintenance Optimum Strategic Management System の略称である。

まず図3・1を見ていただこう。これは前章の最後にお話ししたことを絵にしたものだが、財務、労務をはじめ、経営にはさまざまなマネジメントがある。その一つとしてロス・リスクのマネジメントを考えると、経営のその部分を含めて保全のグランドデザインを構築するべきだというのが、筆者らの主張である。企業が、いわゆる保全部門の問題ではなく経営レベルの問題として保全の戦略を持つことがまず必要であり、そのような戦略のもとに実施する保全の仕組みとして、MOSMSを位置づける。

経営だの戦略だの、保全とはそんな大層なものか、と思われる読者のために、そもそも保全とは何をいうのか、多少初歩的な説明から始めさせていただきたい。

図3・1に、保全の中身を書き込んだのが図3・2である。

もっともプリミティブな、しかしながらごく一般的な保全に関する認識は、故障した機器を修理する、あるいは取り替えるといったものだろう。もう少し現場の実態に即していえば、検査、補修、更新、改造、調整、復旧、試験などということになる。

プラントなどの多少とも大きな対象の保全を考えれば、そのような保全作業を行うための人員・資材・部品の調達などの準備作業、工程・安全・資材・予算の管理などが必要になる。それらを含めた意味での「保全作業」が、保全のいわばハードの部分を構成することは、MOSMSにおいても変わりはない。

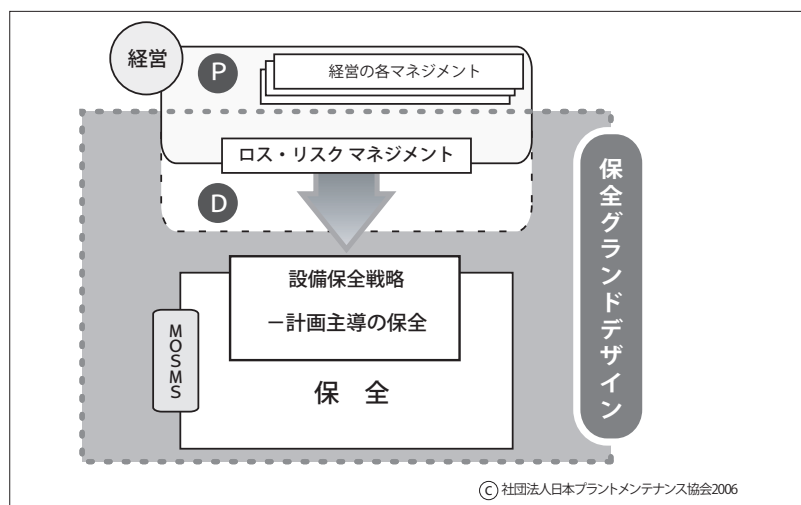



図3・1　保全のグランドデザイン

これを第二のフェーズと呼んでおこう。

なぜ第二なのかというと、それに先立つフェーズがあるのだ。保全作業を実行する前に、それらをどのように実施するか、対象部位、時期、期間、予算、検査・補修方法などの「保全計画」を作成しておく必要がある。さらに保全の質を高めるために、「設備保全の基本」として、保全方式、方法などに関するソフトウェア、保全作業のためのハードウェアの集積に加え、「新しい保全方式」・「新しい保全技術」を絶えず導入しなければならない。これらをまとめて、第一のフェーズと呼ぼう。

さてもとに戻って、第二のフェーズで実施した保全作業については、その検収、評価をしなければならない。これが第三のフェーズであり、それらの結果をはじめ、第一から第三までのフェーズを記録・解析する「データマネジメント」によって、次のサイクルにフィードバックする、第四のフェーズがも

図３・２　MOSMSの概要

う一つ必要である。

これはいわゆるＰＤＣＡサイクルそのものであり、第一のフェーズがＰ（Plan）、第二のフェーズがＤ（Do）、第三のフェーズがＣ（Check）、第四のフェーズがＡ（Action）に、それぞれ相当する。そしてＭＯＳＭＳの目的は、このＰＤＣＡサイクルをスムーズに回し続け、さらに質の高い保全にスパイラルアップして行くことである。

ここでＭＯＳＭＳの特徴を、二つ挙げておこう。

図３・３はいま述べたＭＯＳＭＳのＰＤＣＡサイクルであって、Ｐのフェーズに関しては新しい保全方式、Ｄのフェーズに関しては予知・診断技術など、Ｃのフェーズに関しては評価技術、Ａのフェーズに関してはデータマネジメント等々、それぞれのフェーズに関連する技術をあわせて示してある。

これら保全に関わる個々の技術について、ＭＯＳＭＳは新しい提案をしようというわけではない。現

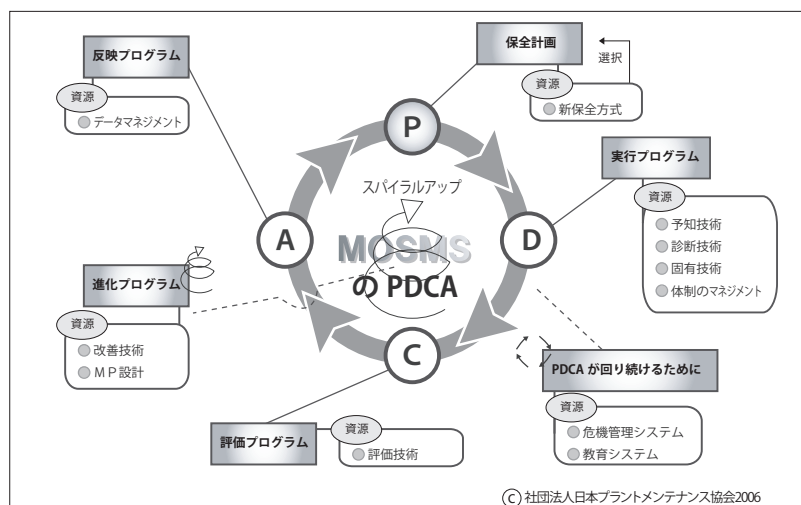
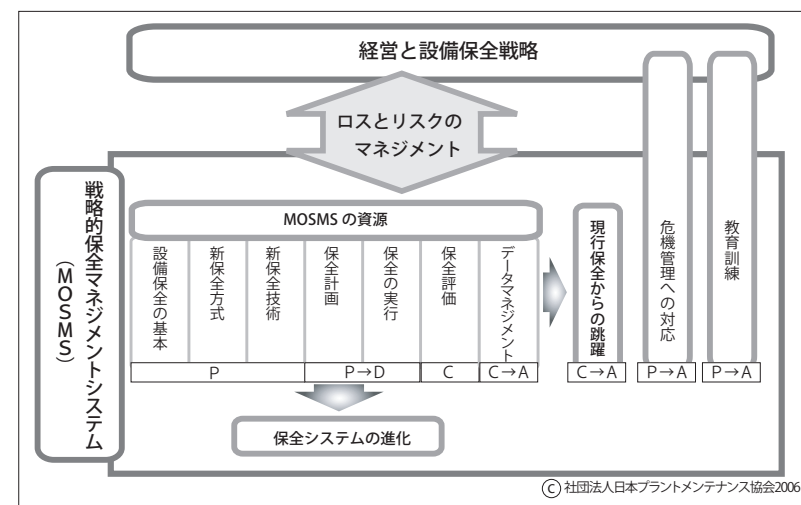



図３・３　MOSMSのPDCAサイクル

行のそれら保全技術を「資源」として活用して、新しく経営に直結する保全の仕組みを構築しようというのが、MOSMSの特徴の一つである。

設備の機能を必要なレベルに維持するという保全の本質は、業種・業態・規模のいかんを問わず、また時代が変わっても変わらないものといえるだろう。しかしいま述べた「資源」は、業種・業態・規模が違えばその実体を異にするだろうし、経営環境の変化や技術の進歩によって絶えず変化するだろう。そのような「資源」の多様性、あるいは変化・進歩を、MOSMS自体の構造を変えずに取り込み、自らを進化させるマネジメントシステムであるところが、MOSMSのもう一つの特徴である。

3・2　PDCAサイクルの連動

この、MOSMSのPDCAサイクルを、経営のPDCAサイクルと連動させようというのが、筆者

図3・4　経営のPDCAとMOSMSのPDCA

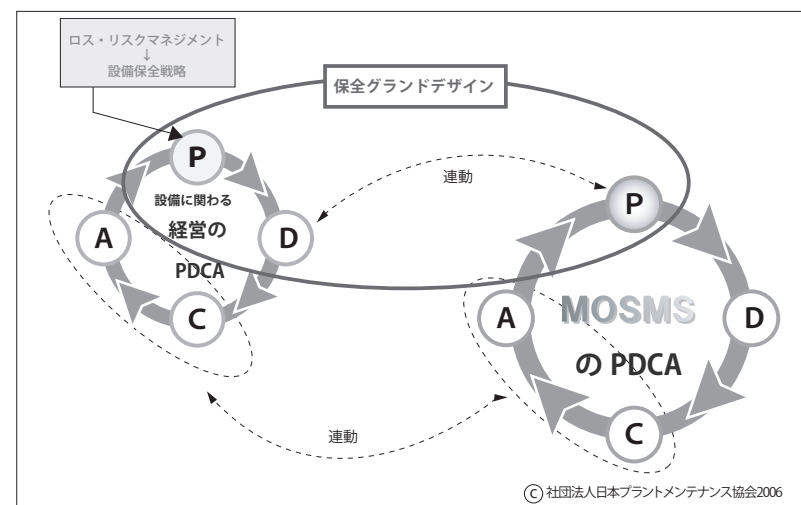
らの主張である（図3・4）。

経営のPDCAサイクルから保全が切り離されている現状は、その予算の決められ方に端的に表れているように思う。

前章でも紹介した、日本プラントメンテナンス協会による二〇〇五年度のメンテナンス実態に関する調査結果において、保全費の総予算を決定する際に重視する点を二つずつ回答してもらったところ、三六四事業場中、実に二五七事業場、七〇・六％（二〇〇四年度調査では七六・三％）が「前期の保全費実績」を挙げている。第二位が「件名別保全計画の積み上げ」で一一六事業場、三一・九％であり、「生産量に対する一定比率」一六・五％、「売上高に対する一定比率」一四・三％と続いている。

1・6節で紹介した保全費の削減される現状と考え合わせると、これはよくわかる話である。「前期はいくらかかった？　ああ、それなら今期は八掛けでどうだ」などというのが、現実の決まり方なのだろう。実際の運用は「枠管理」であって、その結果「計画件名なのに、期末近くで実績が急に伸び」たり、「計画件名の積み残しが毎年増加し」たりすることが起こる。そういうやり方で決まる渡しきり予算のみで、経営は保全につながっているのであって、ここに大きな問題があると筆者らは思うのだ。

では、経営はどのようにして保全に関わるべきなのか。

第一は、経営のPDCAサイクルにおけるPとDのフェーズを、MOSMSのサイクルのPの

〔Column〕全体サイクルとサブサイクル

設備保全のサイクルは、個別に機能するサブサイクルから成り立っている。たとえば、保全の工事が発生する場合で説明すると、まず点検などの「基本条件（の整備）」機能から始まり、ここで見つかった不具合は日常の保全や月次の計画で処置していく。これを受ける「計画」機能では、必要項目をあげ、工事できるように計画を組んでいく。計画が組まれた工事に対し、次に「実施」機能が働く段階になり、さらに工事の後「検収」機能のサイクルに入り、最終的に「基本条件」機能のサイクルに戻る。この一連の流れと、もう一つ、「予算管理の流れ」および「中長期周期の保全計画の流れ」があり、それらすべての総体が MOSMS の PDCA サイクルを形成する。

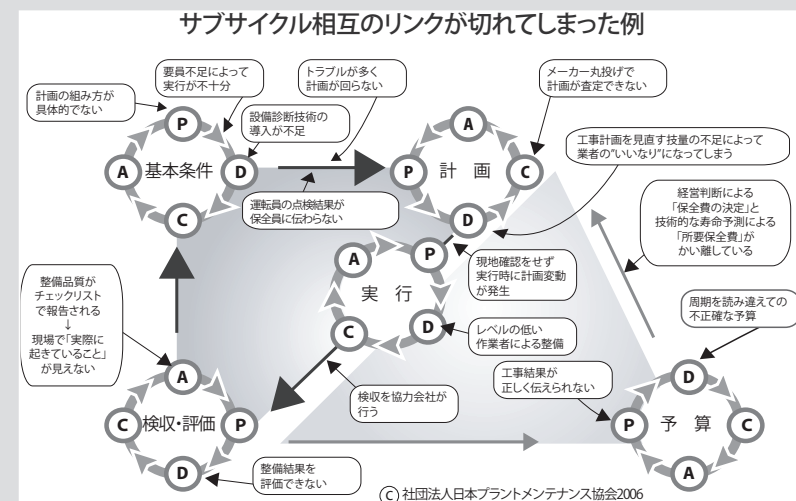
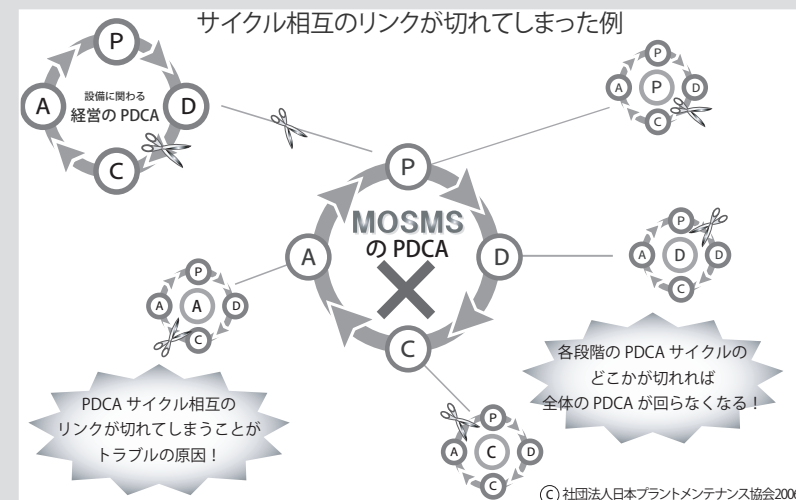
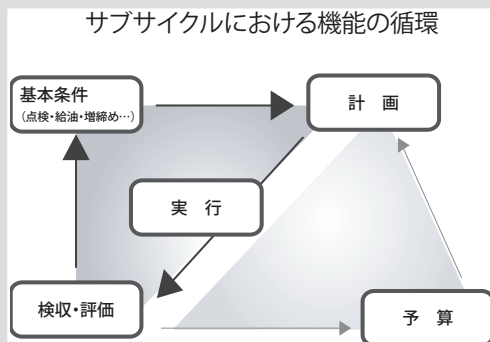
これらの個別に機能するサブサイクルにおいても、それぞれの PDCA がある。たとえば、「基本条件」機能のサブサイクルでは、まず計画 P で標準書などにより点検箇所、周期などを決め、次に実行 D で、チェックリストなどに基づき点検を実施する。その結果を、チェック C で判断・評価し、アクション A で必要に応じ、周期の変更などのアクションをとる。そして、その結果を反映した計画 P に戻るのである。

「基本条件」機能のサブサイクルは、日常ベースの回転を基本として回転している。「計画」「実施」「検収」の機能サイクルは、月次あるいは年次で回転していることが多い。予算および中長期計画に基づく「予算管理」機能は、基本的には、半期あるいは年次で回転するサイクルであろう。

実行するうえでは、各サブサイクルを回転させる組織上の担当が異なる。たとえば、基本条件は運転員、計画策定は保全員、実施は協力会社、予算は管理者などということが多い。複数の部門、組織が各サブサイクルの責任を持っている。

全体の PDCA が回らなくなる危険性がここにある。各部門、組織がそれぞれの責任を果たそうと活動するあまり、サブサイクルが自走し始め、全体のつながりがなくなってしまうのである。その結果、各サブサイクルの動きがバラバラになり、全体サイクルが回らなくなるという構造だ。この現象は、全体サイクルだけでなく、個々のサブサイクルにおいても起こっている。サイクル間におけるつながり、つまり "リンク" が非常に重要だ。

本来、保全活動は、一貫性や継続性が非常に重要であるが、サイクルにおける "リンク" が切れてしまうと、保全活動が分断され部分最適に陥ってしまいがちである（具体的な例を、右図に示した）。

経営に対し全体最適で資する保全を行うには、戦略的に全体がマネジメントできる仕組みが求められる所以である。

フェーズと連動させることによって、戦略的、Strategicに保全のグランドデザインを描くことである。それに従って具体的な保全計画をつくり、保全を「計画主導」で実施することが大事なのだ。

そして第二は、ＭＯＳＭＳのＰＤＣＡサイクルのＡとＣのフェーズを、経営のサイクルのＣとＡのフェーズに連動させて、次のサイクルにフィードバックすることである。そして、これら二つのＰＤＣＡサイクルの情報を経営者、指導層、第一線の管理者層、従業員が共有し、階層を通じて一貫した方針の下に、それぞれの立場から関わることによって二つのＰＤＣＡサイクルを回し続けようというのが、ＭＯＳＭＳの基本的な考えである。

では、その「一貫した方針」とはどのようなものであるべきなのか。筆者らは次の五つをその要点と考えている。

①　経営レベルのロス・リスクマネジメントをベースにした保全であること
②　経営から現場までが同じ土俵に立った、計画主導の保全であること
③　経営が現場と同じ土俵で保全戦略を考えるために、保全技術が「見える」こと
④　同じ理由で、保全評価が「見える」こと
⑤　多層のＰＤＣＡサイクルが回り続けること

ＭＯＳＭＳの目的にしても、そのために全社が共有すべき方針にしても、ここまで述べてきたのは、一般にあてはまることばかりである。ではどうして個別の企業の保全グランドデザインが「戦略的」になり得るのか、次章で具体的にお話ししよう。

第Ⅱ部

MOSMSを実施する

第四章　保全のグランドデザイン

４・１　ＰＤＣＡサイクルの連動

経営のＰＤＣＡサイクルと連動したＰＤＣＡサイクルを持つ保全マネジメントシステムとして、前章でＭＯＳＭＳの構想をお話ししてきた。この章では、その具体的な適用についてお話しすることにしたい。

図４・１に図３・４を再掲するが、まずＭＯＳＭＳのＰＤＣＡサイクルのＰとＤのフェーズと、ＭＯＳＭＳのＰＤＣＡサイクルのＰのフェーズとを連動させるという具体的な意味を考えてみよう。一言でいえば、それは経営と保全担当部門の共同作業によって、プラントの設備をどのように保全するのか、保全のグランドデザインを描き、そのための人・モノ・金を含めた保全費の配分計画をつくることである。

こういう話をすると、それは却って迷惑だという、保全担当者もおられるに違いない。プラントの実際を知らない経営者に口を出されるよりは、「前期の八掛け」の方がまだましではないか。

このへんが、保全の成否を決めるキーポイントの一つになると、筆者らは考えている。というのも、

この共同作業が実をあげるためには、三つほど前提となる条件があるのだ。

第一は、実施した保全の結果について、経営と保全担当の双方が共通した認識を持つことである。そのためには、まずＭＯＳＭＳのＰＤＣＡサイクルにおいてＣとＡのフェーズが機能し、そのレベルにおける保全の評価が行われていなければならない。その結果を、経営がそのサイクルにおけるＣフェーズにおいて正確に評価し、その評価結果に基づいて経営のＡフェーズが必要なアクションをとらなくてはならない。それによってはじめて、３・２節で「一貫した方針」に挙げた、「経営から現場までが同じ土俵に立つ」ことが可能になる。

条件の第二は、保全費の配分が、このようにして確定した保全の評価結果に基づいて決められることである。図４・１に即していえば、経営のＰＤＣＡサイクルがそのＡフェーズとＰフェーズのところで切

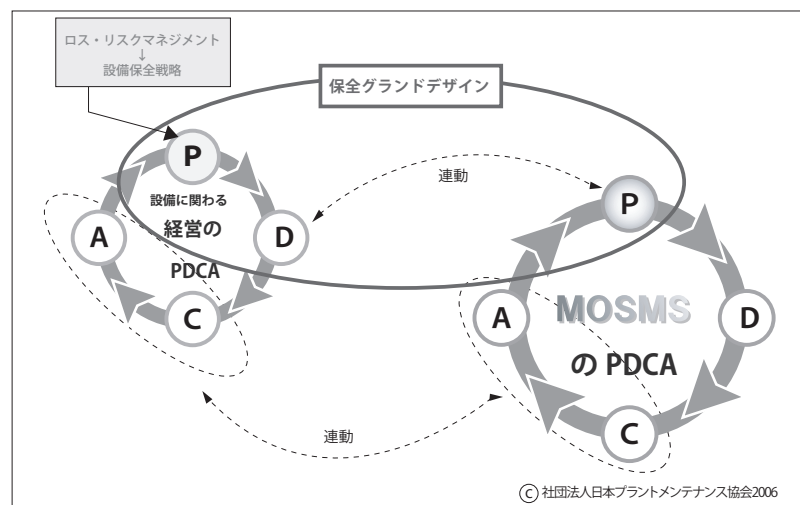



図4・1　経営のPDCAとMOSMSのPDCA

れずに、連続して回っているということになるだろう。ここが切れていると、せっかく経営のCフェーズとAフェーズが機能しても、その結果が次のPフェーズに生かされず、単に報告書の山を築くだけで終わってしまう。

もう一つ、付け加えておきたい条件がある。それは、いま述べた経営と保全担当者の共同作業が、対等の立場で行われることである。本来MOSMSのPDCAサイクルは技術論の論理で回り、経営のPDCAサイクルは経営論の論理で回る。ざっくばらんにいえば、技術論の論理からは「これだけの保全費が必要だ」という主張になるだろうし、経営論の論理からは「これだけしか予算をつけられない」という主張になるだろう。したがってその間のマッチングをとるのは容易なことではないけれど、そもそもステークホルダーの利益の最大化という目標は一つなのだ。決定の責任は経営にあるのはいうまでも

図4・2　保全グランドデザインの一例

ないが、先に述べた共通認識の上に、経営と保全担当が異なった職能に関わるエキスパートとして、お互いのエキスパティーズを尊重した作業が必要なのである。

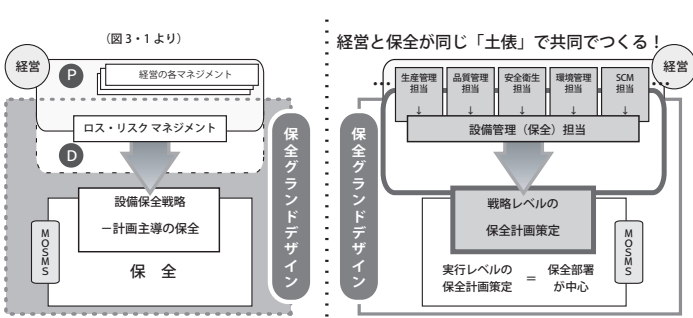
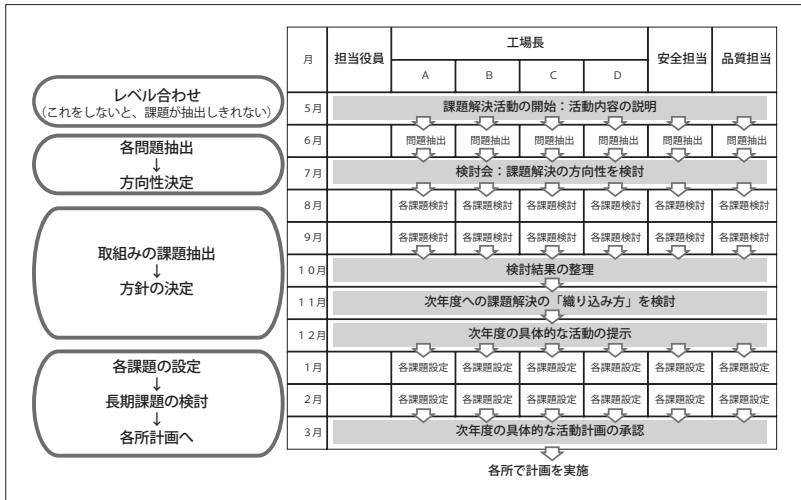
話はわかるが現実にどうやればいいのか、と思われる読者のために、図4・2にそのモデルをご覧に入れておこう。これはある大企業における実例に基づくモデルだが、経営を代表する担当役員が工場長、安全担当、品質担当とともにグランドデザインの策定を行っている。それともう一つ、三年程度の中長期計画と

〔Column〕誰が「保全グランドデザイン」をつくるのか？

本文で述べているように、「保全グランドデザイン」は経営論と技術論のマッチングをとり、全体最適として経営に資するためになされるべきことである。

では、誰が「保全グランドデザイン」を実際につくるのかといえば、それは経営と保全の共同作業ということになる。すなわち、経営と保全が「同じ土俵で」保全戦略（ディレクション）をつくり上げることがもっとも重要なのだ。

これに基づき、「保全計画」が立案されるからはじめて、計画主導で保全が行われることにつながるのである。

MOSMS では、経営と保全による保全戦略の策定から、実務上の保全計画策定という一連の流れを「保全グランドデザイン」と呼んでいるが、経営と保全が同じ土俵で保全戦略をつくるという「仕組み」の重要性を繰り返しておきたい。TPM を導入して効果をあげてきた企業が、活動を中止した後に活動前の状態に戻ってしまうという指摘が多いが、これはそういった「仕組み」ができていなかったところに要因を求められるであろう。維持のサイクルもまた、計画の大事な要素だからである。

単年度単位の実行計画をかなり念入りに策定していることに注目していただきたい。グランドデザインというのは手間暇のかかるものであり、しかしながら、かけただけの効果があるものなのだ。

4・2　切れるカードを増やす

そもそも製造プラントの保全活動の目的は、単に故障をなくすことではない。そんなことではなくて、企業の永続的な経営を可能にし、ステークホルダーの利益を最大にすることが、最終的な目的であるはずである。そのへんを、もう一度考えてみたい。

図2・6のところで説明したように、設備を使って製品をつくり、顧客に提供することによって社会のニーズに応え、ステークホルダーに貢献するのが企業であるが、企業はまたその生産活動を続けるために、保全を通じてロスをなくし、リスクを最小限に抑えることによってステークホルダーに貢献すると

図4・3　リスクマネジメントにおけるプラント安全確保の考え方

いう、もう一つの半面を持っている。そのために、企業のリスクマネジメントを経営自体が推進することが必要であり、その大きな一環として保全を位置づけようというのが、MOSMSの発想であった。

あちこちから図を借りてくるのは気がひけるが、セーフティ・スルー・デザインという考え方がある。そこで使われているプラントの安全の層状構造の絵、図4・3をご覧いただきたい。

これは下から上に、プラントを構成する設備のライフサイクルを示した図である。まずプラントの製造プロセスの設計仕様が決められ、それに従って、製作あるいは調達された設備がプラント内に据え付けられ、試運転を経て運転が開始される。時間のスケールでいえばこの「運転・保全」という段階がライフサイクルのほとんどを占めるはずであり、最後に寿命を終えて廃棄され、設備の一生が終了することになる。

セーフティ・スルー・デザインの定義は、「ハザード分析やリスクアセスメント手法を設計・工学管理の初期段階に取り込み、必要な対策を講じ、傷害や損害のリスクを許容水準に抑える」というものである。プラントの事故は、その大部分が「運転・保全」のステージで発生するから、そもそもプラントの設計の段階から、安全性を考えておこうというわけだ。

経営のPDCAサイクルとMOSMSのPDCAを連動させようというMOSMSのコンセプトは、一部セーフティ・スルー・デザインに共通するところがある。右の記述で「運転・保全」とかっこをつけた意図はすでにお察しかも知れないが、保全を図のように、「運転・保全」という一枚の段

階に閉じこめてしまってはいけないというのが、筆者らの主張なのである。おそらくその段階に閉じこめて考えるからこそ、「保全費を前期の八掛けでどうだ」という発想が出てきてしまうのだろう。ではなぜそれがいけないのか、その理由は単純である。カードゲームを戦う場合に、その場で「切れるカード」をたくさんもっていた方が有利だというのは当然のことだが、まったく同様に、戦略を立てる場合にも、「切れるカード」をたくさんもっていた方が楽なのだ。サイト内のロスをなくし、サイト内に起因するリスクを最小限に抑える全社的な戦略を立てるために、「運転・保全」というカードだけでなく、プロセスの設計、設備の製作・調達、据付け、試運転、さらには廃棄までの各段階をも「切れるカード」として使おうではないか、ＭＯＳＭＳはそういう提案であり、それが図３・１でお目にかけた、経営を含めた保全のグランドデザインの意味するところでもあったのだ。

２・２節でちょっとけちをつけた「メンテナンス・フリー」という考え方も、このような戦略の中での一つの選択肢として、存在意義を持つというべきだろう。

４・３　保全費を投資と位置づける

さて、保全に配分される人・モノ・金、保全費の考え方に入ろう。

現在保全費が決して十分に措置されていないという問題については１・４節で、保全費がどのようにして決められているかについては３・２節で、それぞれ実情をお話ししてきた。ここで筆者らは、何がなんでも保全費を増やせと主張するつもりはない。そうではなくて、「かかる保全費」を「かける保全費」に（大島榮次、月間プラントエンジニア第三三巻第一号、二〇〇一年）、保全費に対する考え方を変えようというのが、本書の主張である。

保全費は少ない方が望ましいけれど、保全費をけちったために故障が増え、結果として品質リスク、機会損失リスクなどが増加したとすれば、それは賢明な選択ではない、というのが、この考え方の出発点である。

大島は、わかりやすい例を引いてこう述べている。「たとえば一五年使用したタンクに、錆びが発生してきたので塗装する必要がある場合を考える。過去の劣化を補修すると考えれば経費であるが、もしそう考えるとすれば、過去の顧客からその分だけ追加徴収すべきコストということになる。それは実際には不可能であるから、来年のコストに繰り越すことになる。去年の顧客はその前の年の経費を負担しているので、実質的には変わらないという論理である」。これが、「かかる保全費」という考え方で、いわばパッシブ（受動的）な費用としての位置づけである。

「しかし、そのタンクをそのまま使用すればあと二年しかもたないものを、塗装を施せばさらに一五年使えると考えると、その塗装代は向こう一五年間の先行投資だということになる」。これが「かける保全費」の考え方であって、前者と対比すればアクティブな費用として保全費を位置づけようというわけである。

筆者らも「かける保全費」という考え方に賛成なのだけれど、もう少し話を広げたい。いま引用した例がその典型なのだが、図４・２でいうと、前者は保全費を「運転・保全」という段階の中でし

か考えていない。しかし場合によっては、そのタンクを塗装不要のものに取り替えるという選択肢があるかも知れないし、そもそもタンク不要のプロセスに設計を変えることができるかもしれない。先行投資という後者の考え方の枠を広げ、こういう可能性をも考慮することが、「機器調達」あるいは「プロセス設計」の段階をも「切れるカード」に使って、保全費を考えるということなのだ。

さらに話を広げれば、「かかる保全費」というのは発生したロスに対して必要な費用に、保全費を限定してしまっている。それに対し「かける保全費」の考え方をとるならば、未来に起こり得る事象に対して、言い換えればリスクに対する保全費を考えることができるだろう。保全予算の策定の段階で、ロスとリスクを同じ物差しに載せて考える可能性が出てくるのだ。

もう一つ、「ためる保全費」について付け加えておきたい。いかに的確な保全を行ったとしても、設備は必ず寿命を迎えるから、その更新に要する経費をあらかじめ措置しておくべきである。たとえば、製鉄業における高炉改修費用などがよい例である。

これは「かける保全」で想定する時間のスケールより、もっと遠い未来を考える話だから、そのプラントの状況に関して予測は不確定にならざるを得ない。しかし図１・１で紹介したように、設備の平均年齢がアメリカをはるかに上回ってしまったという事態は、それが一つの戦略であったのならともかく、知らない間に起こってしまっていてはまずいのではないか。

第五章　故障の科学と保全方式

5・1　故障の科学とは何か

プラントの中の個々の設備、機器あるいは部品、部位が、放っておけばどのように劣化し、故障を起こすのか、そういう問題を取り扱う分野を、「故障の科学」と呼んでいる。故障の科学の知識は、前章で述べた「かける保全費」の前提であるが、そもそもそれがなければ計画主導の保全自体が成立しない。

突然の地震であるとか火災など、外的な原因による故障を別にすると、設備の故障の原因となるものの多くは材料の損傷であり、その代表的なものに、疲労、腐食、摩耗などがある。急いで注釈を加えておくが、特定の応力・環境の下で発生する応力腐食割れ、ころがり軸受のボールやローラーの表面にはく離を生ずるころがり疲れなどをも含めた、これは一種の総称と考えていただきたい。そういういろいろな損傷の中で、特定の部材でどのような損傷がクリティカルになるか、すなわち「劣化モード」の同定と、それがどのようにして進行するかを表す「劣化パターン」の決定、これらを、材料科学やトライボロジーをはじめとする工学の成果に基づいて行おうというのが、故障の科学の

もっとも「科学的」な目標である。

ところがそういう工学の使い勝手に、ちょっとした問題がある。というのも、科学技術創造立国を標榜するわが国――ばかりでは実はないのだけれど――において、これまで工学はもっぱらモノづくり、生産を指向して展開されてきた。設備をつくる場合を考えると、ある部材の使用条件を想定し、必要な強度を備えた材料を選択することになるのだが、そのときに必要なデータは、どちらかというと手に入りやすい。一方その設備の保全を行う段になると、材料はすでに与えられている。われわれが知りたいのは、その使用条件の下で、その部材がどのくらいの期間破壊しないで使えるかという定量的なデータである。そして、その設備がつくられたときに予測される寿命はむろんのこと、それがある使い方をされ、劣化が進んだ状態で、あとどのくらい使えるのかという余寿命も知りたい。ところが、そういう形で使えるデータが整備されている例は、残念ながら多くはない。こうした条件の下で、特定の設備について劣化モード・劣化パターンを求めていかなくてはならない、というのがわれわれの置かれた状況である。

5・2　故障はなぜ起きるのか

先ほど劣化モードと劣化パターンを明らかにするのが、故障の科学のもっとも「科学的」な目標だと書いたが、それほど「科学的」でない側面についてもお話ししておかなければならない。

そもそも設備が意図されたとおりにつくられ、想定された使い方をされていれば、故障など起こ

らないはずである。にもかかわらず現実に故障は発生している。なぜか？

設備を構成する一つの部材について、損傷に対する抵抗という一般的な意味での強度と、その損傷をもたらす、これも一般的な意味でのストレスを考えよう。ここで大事なことの一つは、その部材が置かれる環境と使用条件のもとで受けるであろうストレスには不確定なところがあり、また設備の強度にも必ず「ばらつき」があるという点である。ここで設備の強度などとあいまいな表現をしたが、設備の設計・製作・据付けの段階で、設備としての強度に影響を及ぼす変動要因が避けられない。

それらの分布を図5・1のように表すと、まず設備を導入しようというときには、想定される強度の最低値（A）と予想されるストレスの最大値（B）との間に、一定の安全余裕を設定する。しかしながら、たとえば次のような原因によってその安全余裕がな

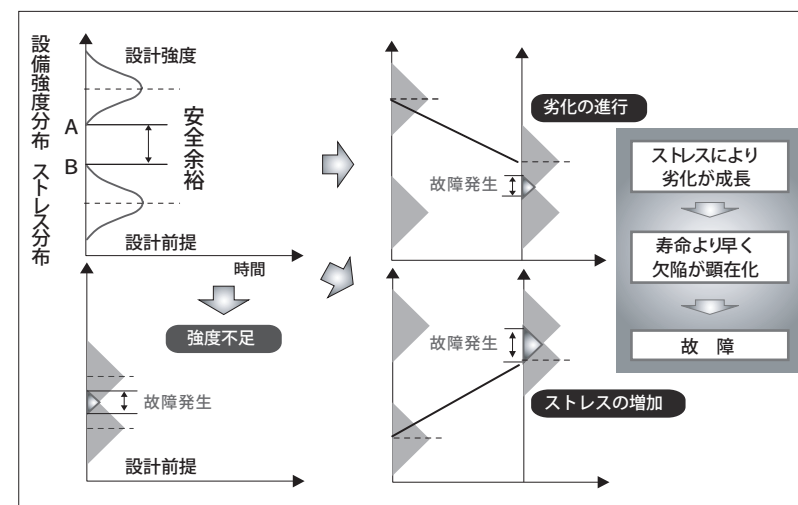
図5・1　故障はなぜ起こるか

くなってしまうことがある。

第一は、もともと材料自体の強度にばらつきがあるばかりでなく、設備を設計し、製作する段階、あるいはそれを据え付ける段階において、ミスあるいは人為的な原因により、設備の強度がもともと不足している場合があり得ることである。第二は、使用にともなって生じた軸や軸受の摩耗、配管の腐食などにより設備の強度が低下する可能性であって、本来この種の劣化の進行は想定内にあるはずなのだが、思いもかけなかった部位に思いもよらない劣化が生じたという例も、残念ながら存在する。そして第三には、設備の環境・使用条件に、導入時には予測しなかった変化が生じてストレスが大きくなる場合であって、たとえば設備の近くに大容量のブロワーが設置されて激しい振動を受けるようになったとか、製品が売れすぎたために設備を定格以上のレベルで運転したなどという例がこれにあたる。クレーンの吊り荷に余裕があると決めこんで、設定値以上の重さの荷を吊ってしまったなどという、判断ミスの場合もある。

それでは、このような原因による故障がなぜ起きてしまうのか、このへんはＴＰＭ活動の得意な分野であるので、実際に起こった例から少々具体的に示しておこう。

まずは、基本条件が守られていなかった場合であり、清掃、点検、給油、増締めなど、設備の運転の「いろは」ともいうべき条件が整っていない場合である。

次に、設備の負荷、運転速度、その結果としての圧力や温度など、設計時に想定した使用条件が守られていなかった場合である。

さらには劣化の放置で、予測された劣化であっても測定・評価をせずに、必要な復元も行わないで放ったらかしにしておいた場合である。

ここまでは避けられて当たり前という問題だが、四つ目として、設備に内在した弱点、すなわち設計・製作・据付け段階のミスなどによる強度不足の顕在化という、とくに最近目立つようになった問題がある。ＩＳＯ１２１００がＪＩＳ化され、第二章でお話ししたリスクアセスメントが重視されるようになったのにも、そのような背景があるといえる。

さらに五つ目として、不十分な知識・訓練に起因する、技術・技能の不足による修理ミス、操作ミスを挙げておかなくてはならない。故障は、人が起こしているものという側面である。

ここまで想定しておかなければならないというのが、残念ながら現実なのである。

5・3　機能と劣化について

生者必滅、どんな設備も使っていれば劣化する。だから保全が必要なのだ、ということができるだろう。では特定の設備がどのように劣化して行くのか、それを表したものが「劣化パターン」である（図5・2）。

横軸に「時間の尺度」をとり、縦軸に、その設備に期待される「機能の尺度」をとる。そうすると図のように、一定の期間はほとんど変化を示さなかった機能があるところから低下を始め、やがて要求される機能を果たせなくなる、というのが基本的なイメージである。

ここで、少しくわしく用語の意味を考えておきたい。

まず「劣化」。ここまで厳密に定義をせずに「劣化」という言葉を使ってきたが、これはいかにも人為的な命名である。一つの部材なり部品なりを考えると、時間の経過によって遅かれ早かれ物理・化学的な変化を生ずる。部材や部品自身にとっては単なる変化にすぎないが、それらを使う人間にとっては都合の善し悪しがあるわけで、その都合に合わせ、人間が困る変化を「劣化」と呼んでいる。

具体的な例を挙げると、たとえばパイプが腐食によって薄くなる、あるいはすべり軸受の軸受合金が摩耗する、などという現象が、劣化の原因として考えられるだろう。腐食にしろ摩耗にしろ、その基本的なメカニズムについてはいろんなことがわかっているから、それらのメカニズムに基づく物理・科学的な変化の進行するパターンを、「劣化パターン」と

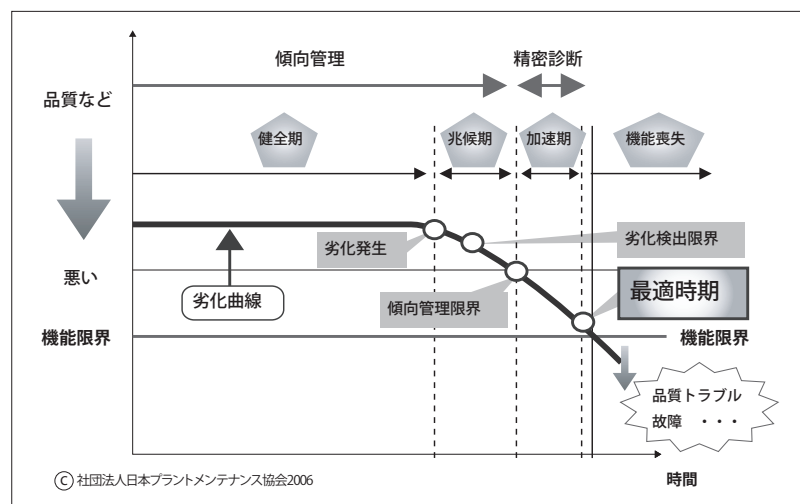



図5・2　劣化パターンの基本

して考えればいい・・・かというと、話はそう単純ではない。

いま挙げた例についていえば、軸受の摩耗の方は、まだしも話がストレートである。摩耗は少しずつ進む現象だが、それによって軸と軸受のすき間が大きくなると、予期していた流体潤滑がうまくいかなくなり、摩擦損失が増える、というような変化が、これも漸進的に進む。だから低摩擦で回転軸を支えるという機能を考えれば、摩耗自体を「機能」の変化に直接対応させることができる。

一方腐食の場合は、話が屈折する。腐食という現象も少しずつ進行するのが普通だから、パイプの肉厚の変化も漸進的である。しかし流体を輸送するというパイプラインの機能を考えるならば、穴があいて漏れが生じたときにはじめてその機能が低下するわけであって、腐食の進行は漸進的でも機能の変化は突発的に起こる。このように、その原因となる物理・化学的な変化のパターンと、それら部品・部材の機能の低下のパターンとは、必ずしも一致しないのだ。

話はまだある。これらの例は、いずれも部材あるいは部品の劣化だが、それらの部材・部品がコンポーネントを構成し、コンポーネントがサブシステムを、サブシステムがシステムを構成し……という階層構造を考えると、それぞれの階層に求められる「機能」があり、その低下としてそれぞれの階層の「劣化」を定義することができる。そして「下位」の劣化パターンと「上位」の劣化パターンの関係は、機能に関連する物理・化学的な現象に加え、要求されている機能の性質、あるいは冗長性があるかないかというような、システムの構成などによっても変わってしまう。

同じようなことが横軸「時間の尺度」についてもいえる。いま述べたような機能の違いによって、

その劣化が運転時間に応じて進行するもの、運転の回数によって進行するもの、あるいは放置時間を含めた時間の経過によって進行するものなどさまざまな場合があり、尺度としてとるべき量も一定しているわけではない。

このように、部材、部品、システム等々の、どのレベルを対象とするかによって、考えるべき「機能」も違えば「劣化」も変わり、とるべき「時間の尺度」も異なる。さらに同じ部材レベルにおいても、多様なモードの劣化によってさまざまなパターンが生じることになる。ということは、どのような目的で劣化パターンを考えるのか、そのようなニーズによって適切な機能、劣化を定義すればよいということなのであり、逆にいうとその劣化パターンがどのレベルの、どのようなモードに対応しているのかを注意しなければならないということでもある。

5・4　劣化パターンについてもう少し

このような、劣化パターンなるものの恣意性を承知していただいたうえで、図5・2についてもう少し説明を加えておこう。

運転を開始してからある一定期間は機能に変化が生じない、そのような期間を「健全期」と呼んでいる。トライボロジカルな部品における「なじみ」のように、製作・据付けの不完全性を運転自体によって取り除く場合があり、運転開始後機能が上がるものもあるが、この点には次節でふれる。

まず劣化の発生、これは微妙な点である。人間にしても生まれた瞬間から老化が始まっているわ

けで、ここでも何を機能と定義するかで話が違ってくる。そこで登場するのが「劣化検出限界」、軸受であれば振動レベルの上昇、構造物ならばクラックの感知など、用いられている診断機器によって劣化が検出される限界である。この限界も、どのような物理・化学的変化を検出するか、どういう診断機器を使っているかによって、同じ対象についても一定せず、その意味で恣意的なものというべきだろう。

恣意的といえば、ゆるやかに機能が低下する「兆候期」と、急激に劣化が進む「加速期」の区別もあいまいである。あえてこの区別をするのは、「健全期」と「兆候期」は「傾向管理」、「加速期」に入ると「精密診断」がいいですよという、保全における一般的な経験則があるからである。この「傾向管理」というのも不思議な用語で、経験をもとに、劣化の傾向を見ながら設備を管理するという意味で使われており、対応する英語もない。ま、劣化がゆるやかであるうちはそれでいいだろうというわけだ。そうはいっていられなくなるのが「加速期」で、精密な設備診断が必要になる。

劣化がさらに進み、期待された機能が果たせなくなる限界が「機能限界」である。部材にしろ部品にしろ設備にしろ、要するにこわれてしまったという段階であって、この点に至る前に補修、交換をしようというのが予防保全の基本的な考え方にほかならない。

典型的な劣化パターンとして図５・２のようなものを説明してきたが、では現実にはどのようなパターンが知られているか、これも代表的なものを図５・３でお目にかけておこう。それぞれのパターンを示す例が記入してあるが、これも先に述べたどのレベルの劣化を考えているかによって違ってく

る。

ここで大事なのは、横軸にとった時間の尺度とパターンの定量的な関係である。たとえば一番上のカーブにおいて、劣化が発生してから機能を喪失するまでの時間が、具体的にどの程度か。ころがり軸受を例にとると、通常その健全期は何年、十何年にも及ぶ。それに対し、一般的な振動法によって疲れはく離、フレーキングが検出されてから機能限界である寿命に達するまでは、長くても数時間のオーダーであることが多い。したがって、物理的にいえば兆候期・加速期が存在するとしても、事実上三番目の突発型ととらえざるを得ないのがふつうである。こういう問題は軸受に限った話ではもちろんなくて、劣化パターンを見る際には注意する必要があると思う。

さて、コンセプトとしての劣化パターンはよいとして、現実の部材、部品、設備のそれをどのようにして決めるのか、次はこの問題である。

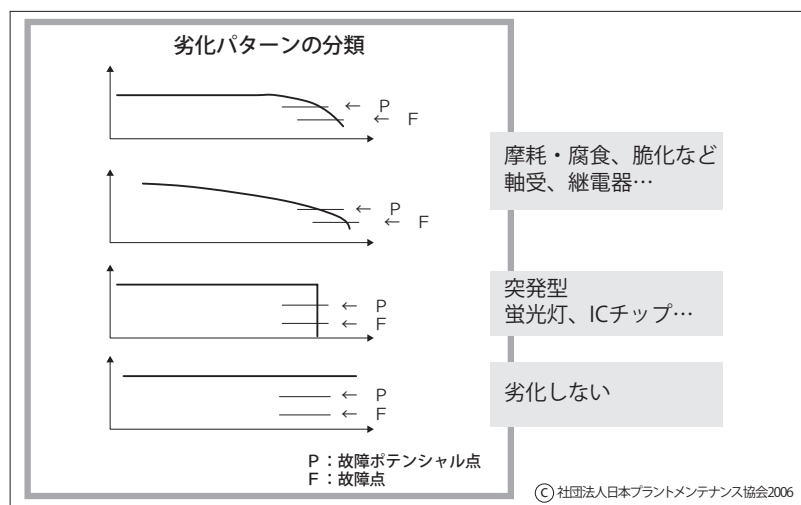



図５・３　部品レベルの故障発生モデルと劣化パターン

いわゆる故障物理の理想は、まず部材のレベルにおいて、想定された使用条件における疲労なり腐食なり摩耗なりの進行を、演繹的に予測することであったろう。しかし特定の材料について、その劣化のメカニズムから純理論的に劣化パターンを予測することはむずかしく、多かれ少なかれ試験結果あるいは経験に頼らざるを得ない。損傷の進行に関する理論式がある場合は理論式、ない場合には適当な数式を現場のデータに当てはめて、将来を予測するというのが現実的な方法になっている。

部材の劣化パターンができれば、次はそれをもとに機器、設備、システム全体の劣化パターンを組立てていくことになる。たとえば図5・4の例で、各部材、部品の劣化パターンから空気圧縮機やレザーバの劣化パターン、それらを組み合わせた空気圧源システムの劣化パターンを決める。同様な作業をフィルター、各種弁などについて実施し、それらを統合

図5・4　空圧系統フローのモデル

して空圧系統全体の劣化パターンを決めるというのが一つの理想である。

しかしプラント内のすべての機器、その部品、部材についてこのような作業を行うのは現実的でないし、それらすべてについて信頼できるデータがそろっているわけでもない。そこで理想は理想として、イベント・ツリー分析ＥＴＡ（Event Tree Analysis）、故障モード分析ＦＭＥＡ（Failure Mode and Effects Criticality Analysis）などの手法を用い、システム全体にとって重要な機器を見定め、設備の重要度に応じ劣化パターンを作成して予測を行っているのが現状である。

5・5　故障パターンについて

劣化パターンと似て非なるものに、「故障パターン」がある。

劣化パターンと故障パターンの関係は、次のように

系・設備の故障発生パターン基本モデル

故障発生回数
初期故障
偶発故障
摩耗故障
時間

図5・5　バスタブ曲線

なっている。5・2でお話ししたように、同じ種類の機器でも強度のばらつきがあるから、定性的には同じ劣化パターンに従ったとしても、個々の機器が機能限界に達するまでの時間にばらつきが出る。そこでその種類の機器について、運転を開始してから、たとえば一〇箇月から一一箇月の間に何パーセントの固体が機能限界に達して故障を起こしたか、そういう統計を時間の尺度に対してプロットしたものを、故障パターンと呼んでいる。

もっとも有名な故障パターンとして、バスタブ曲線（図5・5）があるのはご存じだろう。まず頭の方、左側でちょっと上がっているのを「初期故障域」といい、これは前節にお話ししたような、製作・据付けの不完全性による故障の多発である。ここを乗り越えると設備が安定し、故障の発生率も低い「偶発故障域」に入る。それがある期間経過するとこんどは足の方、右側で故障率が上がってくる。長期間運

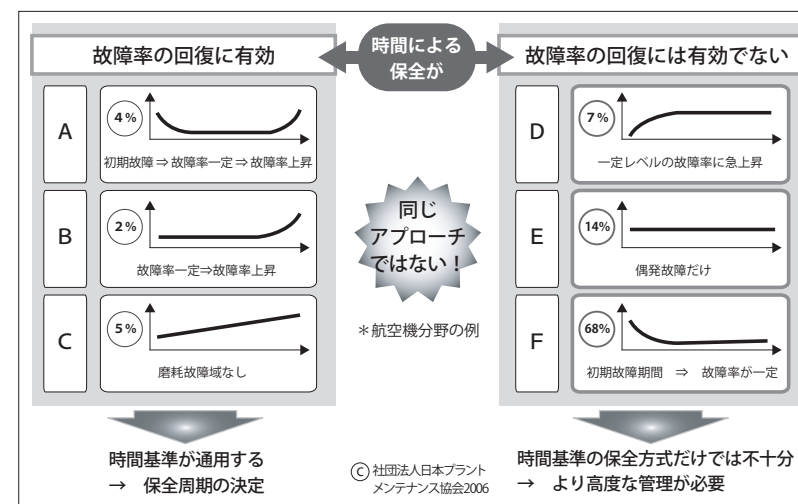



図5・6　故障発生パターンの分類と有効な保全方式

転したために生じた劣化によるものであって、これを「摩耗故障域」と呼んでいる。

少々脱線するが、「摩耗故障域」というのは、英語 Worn-out Failure の誤訳である。たしかに摩耗を英語で Wear というけれど、もともとそれはウェア、衣類を着古すところからきた言葉である。この場合も使い古したことによる故障の多発を意味していて、摩耗とは直接関係がない。

バスタブ曲線は有名になったけれど、ではそれが一般的な故障パターンなのかというと、必ずしもそうではないから話がややこしい。

図5・6は、航空機に発生した故障について、どのような故障パターンを示す設備がどのくらいあるのかを調べた例である。これで見ると、典型的なバスタブ曲線を描くものは数パーセントに過ぎず、過半数は「摩耗故障域」の存在しない、カウチ曲線とでもいうべき形になっている。全く放ったらかしてお

保全方式
計画保全（Planned Maintenance）
予防保全（Preventive Maintenance）
定期保全　時間基準保全方式（Time Based Maintenance）
予知保全　状態基準保全方式（Condition Based Maintenance）
事後保全（Breakdown Maintenance）
非計画保全（Unscheduled Maintenance）
緊急保全（Emergency Maintenance）
ⓒ社団法人日本プラントメンテナンス協会2006

図5・7　保全方式の分類

いてこうなったのかどうかわからないし、また航空機の結果がプラント一般に当てはまるわけではないけれど、いつもバスタブを前提にすることはできないとだけはいえそうである。

5・6　保全方式について

そのようにさまざまな故障パターンを示す設備について、どういうタイミングでどのような保全作業を実施するべきか、保全の計画に際してこれがとても大きな問題になる。それらを「保全方式」と呼んでいるが、ここではまず、タイミングの決め方に関するいくつかの方式を紹介しよう。

保全方式の名称も、かなり混乱しているというのが実情である。というのも、日本工業規格ＪＩＳＺ八一一五「信頼性用語」には、予防保全、事後保全、時間計画保全、定期保全、経時保全、状態監視保全等という用語が並んでいるし、そのほかにも何々保全という言葉は山ほどある。それは、それぞれの現場の経験の上に築かれたという、保全の分野の特徴を反映しているのだろう。用語の議論を始めるときりがないが、本書では図５・７の分類を使うことにした。

まず、計画保全と非計画保全に大別する。

計画主導といいながら非計画保全を云々するのは矛盾しているようだが、これは、いかに綿密にリスクを洗い出したにしても、想定外の事象は必ず起こるという考え方に基づいている。したがって計画主導で保全を行うにしても、あらかじめ計画できない緊急の保全作業を、その計画に含めておかなくてはならないのだ。

〔Column〕論理的な保全について

1. 論理的な保全の必要性

論理的に保全方式を決めることの重要性は、以下のような理由によっていうことができる。

①属人な理論構成では、その時代のベテランや声の大きい人の意見に左右されるが、これを防ぐことができる（一般性、汎用性を保持できる）

②保全は設備技術的な専門家だけでは実行できない。そのため、論理的な根拠は考え方の共有には不可欠であり、職種・階層を越えて保全を理解できる（他への説明力が上がる：社内）

③保全を実行する役割の分担や、総員で解決にあたる場合などに有効（納得させることができる）

④保全の評価に際し、とくに費用と成果の関係を明らかにできる（「設備技術」と「経営活動」の接点がここにある）

⑤コンプライアンスや社外での説明に有効（他への説明力が上がる：社外）

欧米では、リスクへの対処から保全の考え方を明らかにし、故障発生時の影響を公表してきた歴史があり、以下述べる RCM や RBM ／ RBI などの保全理論が発展している。今後、日本でもこのような論理的な保全へのニーズは増してくることが予想される。

2. RCM と RBM

予知保全（CBM）をいかに経済的に導入するかという観点から、米国の航空機会社発の保全計画の立案手法である「RCM」（信頼性中心保全／ Reliability Centered Maintenance）や、米国機械学会（ASIE）、石油学会（API）でガイドラインが規定されている RBM（リスクベース保全／ Risk Based Maintenance）が導入されて久しい。

しかし、「実施には多くの工数がかかるわりに、実行した後に前の保全方式と変化が少ない」「航空業界や原子力業界に適応されたものでは他の業種で適応しにくい」などの理由で、まだ日本では安定的に適用されているとはいえないようである。

これらは、決まった方法としてそのまま取り入れるよりも、保全方式選定の道筋に体系化かつ論理的にアプローチするという考え方をこそ取り入れるべきではないだろうか。すなわち、①部品単位での故障時の影響を考察する、②リスクランキングをする、③コンポーネントおよび機器が持つ重要度を分類する、④これによって、保全方式選択に理論的にアプローチするということである。これらの理論的なアプローチは、データマネジメントの基礎になるデータベースの構築に役立つとともに、実行の過程を通じ、ノウハウを集積したり人材の教育・育成に非常に役立つということを言い添えておきたい。

3. プロアクティブ保全

現在、欧米企業では、保全コストを削減するために設備そのものを劣化させないことが重要であるという主張から、プロアクティブ保全（Proactive Maintenance:PRM）という理論が非常に注目されている。これは、劣化や故障を防止するための事前保全活動を総称していうものであり、活動のターゲットを故障の根本原因を取り除くことに置いている。

劇的な保全コスト削減が可能なことが報告されているが、その基本的考え方は TPM でいう「原因系に遡る」ということであり、「改良保全」に通じるものである。これに「設備診断技術を用いて原因系のパラメータを科学的に監視診断し劣化や摩耗など故障原因を事前に除去する」という理論的アプローチが加わったものと理解できる。

ロス・リスクの観点からみれば、根本原因を解決することは、ロスはもとよりリスクの大元でもある原因から解決することであり、設備のリスク対策としても非常に効果的であるといえる。

それを除いた保全が計画保全で、これを予防保全（Preventive Maintenance）と事後保全（Breakdown Maintenance）に分ける。都合の良いときだけＪＩＳを引用すると、予防保全は「アイテムの使用中での故障を未然に防止し、アイテムを使用可能状態に維持するために計画的に行う保全」であり、事後保全は「故障が起こった後でアイテムを運用可能状態に回復するための保全」である。

予防保全はさらに、定期保全／時間基準保全（Time-Based Maintenance）と予知保全／状態規準保全（Condition-Based Maintenance）とに分かれる。二つずつ並べた名称は、どちらも同じ意味である。

定期保全というのは、ある周期を決めて保全作業を行う方式だが、ではどうやってその周期を決めるかというと、ベースになるのは故障の統計である。同種の設備について故障の統計をとり、それがバスタブ曲線を描くならば、その「足の方」の故障の増加が起こる前に保全作業を行えば、故障の発生を減らすことができるだろうというのがその発想である。この考え方に基づいて、いわゆるＰＭ運動として展開され、一定の効果を上げたことはご存じの向きも多いだろう。

しかしそのようなＰＭ運動が実施されているうちに、定期保全の欠点も明らかになってきた。前節の航空機の例のようにバスタブ曲線を描かない設備も結構あるから、たとえば図５・６のＦのような故障パターンの設備について、時間が経ったからといって保全作業を行えば、わざわざ手間をかけて初期故障を起こさせるようなものである。さらに、新しく導入した設備についてはそもそも故

障の統計がないから、周期の決めようがない。

そのような事情から、個々の設備の機能レベルの低下を監視し、図５・３のような劣化パターンから故障の発生を予測して保全作業を行おうという、予知保全が注目されるようになった。いま述べたような点で考え方としては合理的だけれど、予知保全を実施しようとすれば機能を監視するための機器が必要だし、監視の手間もかかるというデメリットがある。

また、大して重要度の高くない設備なら、そんなことゴチャゴチャ言ってないでこわれてから手を打てばいいじゃないか、という考え方にもたしかに合理性がある。

だんだん話が「科学的」ではなくなってきたが、実をいうとそれがお話ししたいことなのである。

保全方式を決めるためには、まず「故障の科学」を理解することが必要である。本節で説明してきたように、ある設備にはその劣化パターンから考えると予知保全が適当だ、というような「科学的」な要因が一方にある。

しかしもう一方には、それが故障してもプラント全体に対する影響が軽微である場合に、劣化パターンはどうであろうと意図的に事後保全を適用したほうがコストが下がる、というような「経済的」な要因が存在する。保全方式は、これら二つの要因を考え合わせて決めるべきものである。

ただし「経済的」といっても、保全の手抜きが大災害を引き起こした例が現実にあり、安易なコストの削減が企業としての経済性につながるものではない。経済的な要因を考慮するというのは、これまで繰り返しお話ししてきた、全社的なロス・リスクマネジメントそのものなのである。この

〔Column〕合理的な設備保全方式の選定

故障発生の時系列パターンには多くの種類があり、これらのパターンによりどのような保全方式を適用すべきかを考えることになる。

1. 保全方式さまざま

①　保全方式—事後保全

JIS定義では、「設備に故障が発見された段階で、その故障を取り除く方式の保全」。一般的には、故障の後に保全をするため、費用は高くなる。たとえば、補修要員の呼出しの割増しや、壊れた設備の復旧、機会損失などが発生する。

しかし、このような緊急的な事後保全ともう一つ、「意図された（計画的な）事後保全」が存在する。設備が故障しても、「安全上の問題が生じない」「生産計画上問題が生じない」「コスト的に有利である」「補修時間が短い」などにより、故障した後の保全の方が有利な場合がある。このような場合は、「計画的に事後保全を採用する」が選択肢に入ってくる。

②　保全方式—定期保全／時間基準保全

JIS定義では、「従来の故障記録、保全記録の評価から周期を決め、周期ごとに行なう保全方式。設備の使用時間を基準とした経時保全も含まれる」。

この保全方式が従来保全の基本となってきた。重要なことは、周期をどのように定めるかということだ。一般的には、次の保全タイミングまで故障を発生させないように整備するために、本来の寿命より早めに取替えや修理のタイミングを設定する。その結果として余寿命を残したまま、保全することになりがちである。また、検査において、時間周期で検査を行なうと、設備状態が良いのに分解検査をしたり、検査後のトラブルや余計な処置などを施すことになる。しかし一方、周期中の点検などの補修を省略することができるメリットもある。

③　保全方式—予知保全／状態基準保全

JIS定義では、「設備の劣化傾向を設備診断技術などによって管理し、故障に至る前の最適な時期に最善の対策を行う予防保全の方法」。設備が機能を失う時期を設備の観察や測定により判断し、保全の方法を考えるものである。ここで言う保全の方法とは、補修、負荷軽減、部品交換なども含まれる。設備の観察や測定は、時間基準で行ったり、連続監視機器を用いたりする。とくに最近は、設備診断技術の発展が目覚しく、多くの機器が状態基準保全に向かっている。

ここで使われる設備診断技術には、簡易診断と精密診断がある。すべての期間において精密診断を行うとコストが高くなりすぎるので、簡易診断との組合せで合理的・効率的な設備状態の監視を行うことが重要といえる。

④　保全活動—改良保全と保全予防など

以上の方式以外に、改良保全や保全予防などの活動もある。JIS定義では、以下のようになる。

・改良保全：故障が起こりにくい設備への改善、または性能向上を目的とした保全活動

・保全予防：設備、系、ユニット、アッセンブリ、部品などについて、計画・設計段階から過去の保全実績または情報を用いて不良や故障に関する事項を予知・予測し、これらを排除するための対策を織り込む活動

⑤　その他の保全方法

保全の方法としては、以下のようなものがあり、上記の方式と組み合わせ、実際の保全を行なうことになる。

〇日常保全：設備の性能劣化を防止する機能を担った日常的な活動。点検、整備、清掃、調整、給油、部品取替えなどがある

〇点検：設備の劣化防止とその状況を調べる機能を担う方策の総称。定期点検、日常点検などがある

〇設備検査：設備の性能、構造などについて設備検査規格に基づいて行う検査。一定の時間間隔で行う定期検査、修理後に行う臨時検査がある

〇設備診断：設備の性能、劣化状態などを設備の運転中に定量的に把握し、その結果をもとにして設備の信頼性、安全性、寿命の予測を行う活動

2. 保全方式・保全方法の選定と流れ

以上のような、方式や方法をどのように選定するかを考えてみよう。本文中の図5・6を再び見てほしい。

①　故障の発生パターンで、時系列的に故障率が増加するもの

同図のパターンA、B、Cがこれに当たる。故障率の増加は、保全により回復するので、定期的な計画保全が有効である。いつ、保全をするかは、安全性、生産影響、コスト影響などを考慮して設定する。周期の設定根拠は、テストデータ、過去の情報、類似設備からの類推、傾向管理などにより設定する。

②　故障発生パターンが時系列によらないもの

同図のパターンD、E、Fがこれに当たる。これらの設備は、いつ故障してもおかしくないもので、計画的な保全が有効ではない場合が多い。したがって、設備診断技術による状態把握、日常点検、不具合発生時の確認などのいわゆる「非計画保全」を適用するのがよいだろう。また、設備によっては、故障してから修復するものもある。

これらを考え、保全方式を設定する流れは以下のようになる。

■保全方式設定の流れ

①　対象設備を設定する

設備の重要度分類が一般的である。この重要度に応じ、以降の設備分類を検討する。

②　故障がどのようにして起こるか検討する

・設備の故障モードの階層連鎖を検討する。設備の機能を分解し階層で展開し、部品まで展開をする。このときに、階層ごとに故障モードを設定する

・故障モードの発生原因と故障の要因を検討し、劣化パターンおよび故障パターンを設定する

③　起こったときの影響を予測する

設備、ユニット、部品などの機能が失われたときにどのような影響が発生するか検討する。また、どこにその影響が出るのか検討し、その大きさにより設備・ユニット・部品を分類する

④　有効な予防手段＝保全方式を検討する

故障をどのように認知するか、ユニットで認知するか、部品レベルで認知するか検討する。その結果として、どの保全方式が有効か検討する。この際、故障認知と起こった際の影響が重要な情報となる

3. 周期の設定

もう一つ重要なことは、保全周期の決定についてである。

より設備寿命を延ばすために、部品レベルでの保全が望ましいのではあるが、部品メーカーの実験データ（劣化パターンおよび破壊するまでの時間）をもとに、故障するまでの時間を決め補修の時期を決める方法では非常にむずかしい。なぜなら、「部品点数が多く、すべての部品について寿命を設定するのは非現実的」「屋外使用など使用環境がメーカー推奨の場合と異なる」「長周期の部品では、月単位の寿命を設定するのが困難」「整備の条件により、以降の寿命が異なる」といった実態があり、実際には余寿命の推定はきわめて困難であるからだ。したがって、メーカーの提供値や設計時の設定などに加え、経験的に寿命を設定し、保全方式・方法を設定していくことになる。

ここで経験値が入るからこそ、寿命を予測しながら保全周期をするために、データの管理が重要になるのである。

①定期検査時の測定値、観察情報
②修理、部品交換などの履歴
③故障の履歴
④運転の履歴、特記事項

などの情報を記録しておく。すべてを記録しようとするのではなく、設備を機能展開をして影響度を調べた結果と合わせ、どの設備・ユニット・部品にどのような情報を記録しておくかを決め、定期的に測定しながら、周期の最適化を図っていくというのが実際的だろう。

章でお話しするような保全のロジックを踏まえた、経営の戦略が根幹にあることがまず必要であって、保全方式はそれに基づいて決定されなくてはならない。

「演説」で章を締めくくるのは趣味に合わないから、実情を少々付け加えておこう。

一般的にいうと、化学プラント、石油プラントなど、爆発火災のリスクを持つ装置産業では予防保全が主体になり、そのようなリスクが比較的小さい電機工場・自動車工場などの加工組立産業では事後保全が主体となってきた。ただし近年、若干様相が変わり始め、加工組立産業も自動機械が多数導入されて「装置産業化」が進んだ結果、予防保全の割合は増加傾向にあるようである。

第六章　保全計画の実際

6・1　MOSMSのPフェーズ

さて本章では、ＭＯＳＭＳのＰフェーズ、すなわち保全計画についてお話ししよう。話を具体的にするために、筆者の一人が直接担当した化学プラントの実例を下敷きにして説明するが、基本的な手順は装置産業のみならず、加工組立産業のプラントにも共通するものと考えている。

ちょっとだけ前節を書かせていただくが、製造プラントにはいたるところに故障の発生源があり、劣化を起こさせる要因が無数にころがっている。そして「チョコ停」、すなわち故障とも呼べない程度の一時的な設備の停止が頻繁に起こり、その修復作業が運転の仕事となっている。また、ときには本物の突発故障が発生し、それが生産を阻害し、まれには重大な災害につながっていく場合もある。

保全はそれらを封じ込めなければならないのだが、こちらに手を打てばあちらで起こり、あちらに手を打てばまたこちらに起こる、まさにもぐらたたきを地でいくことになる。すべての設備に手厚い保全をしようとしても、そんな予算もなければ人手もない。そういう制約された条件の下で、「な

んとかしなければ」と思いながら日常業務に追いまくられている、これが保全現場の実態ではないだろうか。それを「なんとかしよう」というのが、ＭＯＳＭＳの目指す計画主導の保全なのである。

保全計画は、次の七段のステップに従って構築する。

〔ステップ1〕仕事を整理しジョブフローを作成する
〔ステップ2〕保全業務の役割分担を明確にする
〔ステップ3〕保全対象設備を選定し、その重要度を設定する
〔ステップ4〕最適な保全計画を策定する
〔ステップ5〕保全計画に基づき実行可能な保全予算を計上する
〔ステップ6〕保全計画実行のためのデータベースを構築する
〔ステップ7〕計画主導の保全を維持・改善するシステムを構築する

以下の各節で、それぞれのステップの詳細を説明させていただこう。

6・2　仕事の整理とジョブフローの作成

最初のステップ〔ステップ1〕は、行うべき作業を「整理」し、ジョブフローを「作成」することである。

経験の長い保全担当者ならば、保全作業の手順など、とっくに頭に入っていると思われることだろう。ＭＯＳＭＳにとってそのような知識は「資源」であり、そのような資源を活用するのが特徴

でもあった。ここで「整理」と「作成」をわざわざかっこに入れたのは、紙にしろ電子媒体にしろ、あえてそれらをドキュメントにすべきだと言いたいからである。

　故障の修復作業を考えてみよう。まず準備作業として、次のようなものが考えられる。

①　行うべき作業の件名を確認する
②　故障の原因を調査し、対策を考える
③　予備品の在庫を調査し、必要な資材を手配する
④　施工部門／施工企業に、工事を依頼／発注する
⑤　工事の現場を説明する
⑥　安全対策を行い、安全を確認する

このような手順を踏んだ後、はじめて

⑦　施工を開始する

段取りになり、

⑧　施工を管理・監督する
⑨　施工の結果を検収・評価する
⑩　以上の作業を記録する

ことになって、一連の修復作業が終わるわけだ。

　この間に多種多様な伝票が介在し、関係先との度重なる調整が必要になるのだが、その流れが担

当する個人によって異なり、ムダな作業が数多く発生しているのが現状である。とくに故障の多い現場では、これら伝票の処理と調整に時間をとられ、新技術の導入はおろか、改善に手を回す時間もない、というのが、6・1節で「なんとかしなければ」と書いた中身である。

　実際の作業に入るに先立って、これらの仕事を整理し、ジョブフローを作成することから、保全の革新が始まる、つまり現状を「なんとかできる」と筆者らは主張したい。

　なぜできるのか。まずジョブフローを顕在化させることにより、その情報が属人的なものから関係者が共有するものになる。このため、関係者のだれもが保全の全体像を把握し、ムダな作業を避けることが容易になる。その他具体例を挙げると、「作業依頼票」によって運転担当・保全担当・施工担当の間の作業の流れを明確化すれば、確実で安全な施工を保証することができるし、「故障分析書」を残しておけば故障に対する担当者の感度を上げ、対応する技術のレベルを上げることができる。こうしてデータを積み上げ、だれでもアクセスできるようにすることが、この修復作業におけるデータマネジメントなのであり、それを通じて保全の改善が可能になるわけだ。

　もうお気づきだろうが、いま述べた①から⑩は、一つの修復作業のＰＤＣＡサイクルを形作っている。くわしくいえば、①から⑥までがＰのフェーズ、⑦と⑧がＤのフェーズ、⑨がＣのフェーズで、⑩およびそれに基づく改善がＡのフェーズに相当する。そしてこのＰＤＣＡサイクルが一つのサブサイクルとして、ＭＯＳＭＳのＰＤＣＡサイクルのＰフェーズの中身の一つになる。

6・3　役割分担の明確化

3・1節でPDCAサイクルのお話しをした際に、Dのフェーズが保全のハードの部分であり、保全業務がその内容だと書いた。

このへんが保全の現場にくわしくない方には不思議に思えるところだろうが、保全業務を実際に担当しているのは、保全部門の人たちばかりではない。保全部門はむろんだが、運転、施工をメインの業務とする部門も、保全の一部を担当しているのである(図6・1)。以下ではそれらを保全部門、運転部門、施工部門と呼ぶが、部門といっても自社の組織ばかりではなく、次にお話しするようにアウトソーシングを行う場合も含まれる。計画主導の保全を実施するために、それらの間の分担を明確にするのが、保全計画の第二のステップ［ステップ2］である。

まず運転部門が担当する保全を自主保全と呼び、劣化の防止が主体となるが、劣化の測定、劣化の復元をも一部担当する。劣化の防止は、ヒューマンエラーを防ぐ設備の正しい運転操作と、工程の不良を防ぐ調整・調節、清掃・給油・増締めなどの基本条件の整備を含んでいる。運転部門による劣化の測定としては、いま述べた活動を通じた設備異常の早期発見のほか、パトロールによる日常点検、設備の停止時・定期修理時などにおける軽度な定期点検などが含まれ、劣化の復元には、フィルターなど比較的簡単な部品の定期交換などが含まれる。異常時の応急対応も運転部門の担当だが、一次処理以降は保全部門に引き継ぐことになる。

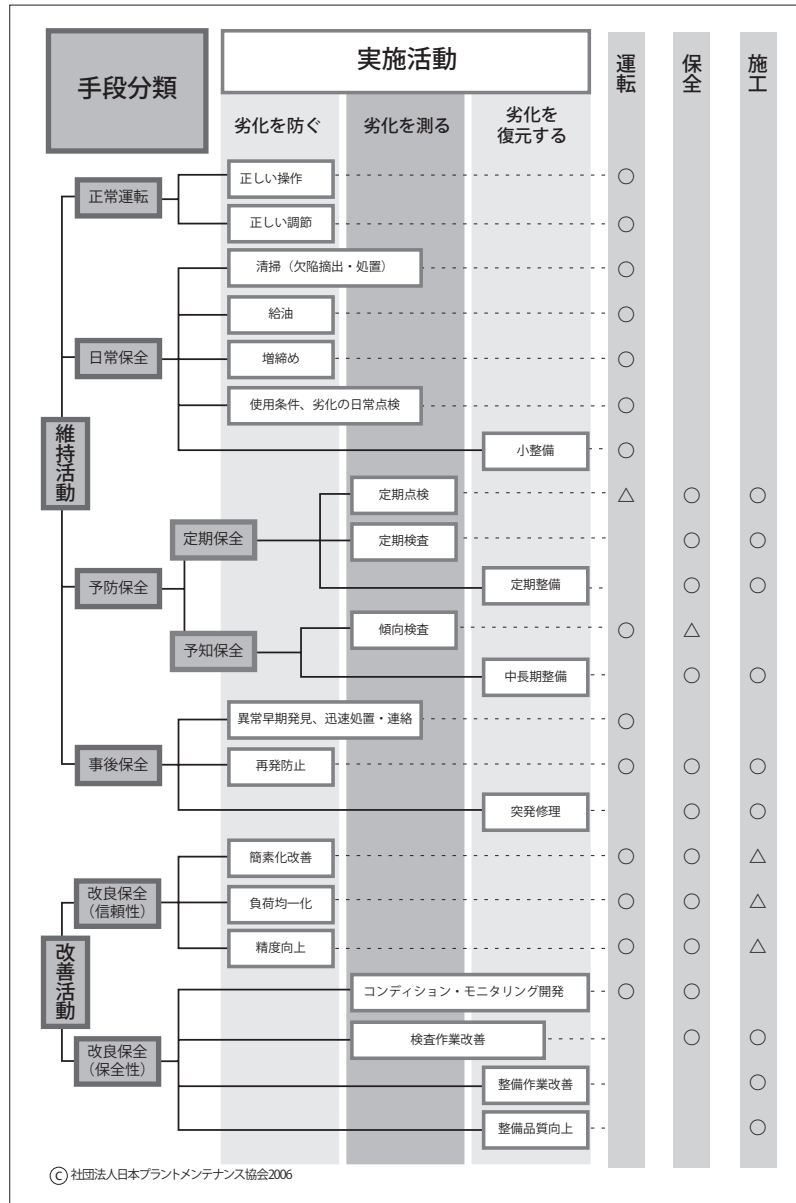



図6・1　保全の役割の分担例

保全部門には、計画保全の司令部としての機能を持たせる。設備管理全体を統括し、経営の戦略に基づいて、中長期保全計画、定期検査・整備計画、日常保全計画などの立案を主体的に担当するのが保全部門のミッションであって、工事が発生した場合にその実施を担当するのは施工部門であり、検収・評価は再び保全部門の担当になる。これらに加え、運転部門による自主保全の支援・教育、保全技術の研究開発、MP設計（Maintenance Prevention Design）などによる設計・開発部門への協力も、保全部門が担当する。

　これらの業務を自社で行うか、アウトソーシングするかというのは、大事な決断である。

　保全におけるアウトソーシングの目的は、次の三つである。第一は、検査・診断技術など、アウトソーサーの高度な技術の活用、第二は、専門のアウトソーサーによる保全技術の伝承、第三は保全のコストダ

図6・2　保全の役割の分担例

ウンである。

　では、どこまでアウトソーシングすべきなのだろうか。たとえば図6・2のように、保全方式の策定、保全計画・結果の承認を社内で行うのは当然として、事例1、2、3と、日常的な業務を皮切りに、アウトソーシングを進めていくというのが一般的な考え方だろう。

　そういう一般論はともかく、とにかく保全に掛ける費用を減らしたい、そのために高い自社の人件費をきらってできるだけ外部に委託したい、そういう考えが現実には多いのではないか。

　前節の終わりにも書いたように、保全費の削減を一概に否定するわけではむろんない。しかし繰り返し述べているように、ここでも経営のロス・リスクマネジメントが機能すべきだと筆者らは主張したい。そこで自社のコア技術は何かを決め、社内およびアウトソーサーの技術を評価し、自社で作業を行った場合とアウトソーシングをした場合のロス・リスクを見極めたうえでの判断が必要になる。さらに、アウトソーシングを行うとしても、先方の技術あるいは改善努力の評価なしに、コスト削減のみを目的とした契約には、成功は期しがたいことを付け加えておこう。

　このような基本的な考え方に基づいて、それぞれのプラントにおける個々の作業の担当を明確にしておくことが、ステップ2の要点である。その際それぞれの担当者に、経営の戦略に基づく企業の一貫した方針を徹底しておく必要性を、くどいようだが付け加えておきたい。

6・4　保全対象設備の選定と重要度の設定

プラントには数千、数万の設備が存在するから、その中でどの設備を保全の対象にするのか、それを決めるのが第三のステップ〔ステップ3〕であって、これはさらに「対象設備の選定」「保全対象設備のリスク・アセスメント」「保全性評価」「設備の重要度の設定」という四つのステップに分かれる。

① 設備の分類

ここでまず行うべき作業は、そもそもどこまでが保全の対象になる範囲なのか、後顧の憂いのないように業務範囲を定義することである。次いでその範囲にある設備を洗い出し、抜けや重複のないようにリストアップして、「定義した範囲内での網羅性」を担保しなければならない。

一つのプラントに存在するすべての設備について、次にお話しするようなリスク・アセスメント以下の手順を適用することは、経済性を考慮すると現実的でない。したがって、重要度の高い設備には十分に手をかけ、そうでない設備については必要最小限の保全を行うという「めりはり」をつけることが必要になる。いずれも保全の対象ではあるが、以下では前者を「計画保全対象設備」と書くことにする。

最優先に選ばれるのは、法的対象設備であり、企業が社会的存在である以上これは無条件に計画保全対象設備に選定しなければならない。

その次からが、「戦略的選定」の範囲に入る。最初は、自社で保全を行うかアウトソーシングをするかの選別で、事務所設備、福利厚生設備、衛生設備などは、計画を含めて専門企業にアウトソー

シングし、自社の社員は製造設備に集中すべきである。前者は業種によらない一般的なものであるため、専門企業に依頼することによってコストが低く抑えられ、信頼性も高くなることが多い。それに対し後者は、まさに個々の企業の特徴を発揮すべき「コア設備」であって、独自の保全を行うべき対象なのである。

その製造設備を、二つに区分する。

その一は、保全の責任を明確にしたうえで、日常管理を製造部門あるいは事務部門に任せ、依頼があった場合に保全部門が対応すべき設備である。

その二は、保全部門が自ら管理し、保全計画を立てて保全作業を行うべき設備であって、これが計画保全対象設備になる。それらすべてを機器台帳に載せるとともに、保全部門内での分担を明確にする。機械担当と電気担当の境界「取り合い点」を決めておく、などというのがその例で、すべての担当間のすき間を埋め、壁を取り払い、抜けがない体制をつくっておかなくてはならない。

② 計画保全対象設備のリスク・アセスメント

ここからがリスクマネジメントの具体的な適用であって、2・4、2・5節でお話しをしたので詳細は略すが、計画保全対象設備について、その故障がサイト内はもとより、サイト外に及ぼすさまざまなリスクの要因を洗い出す。

③ 保全性の評価

これまで述べてきたロス・リスクとは性格が異なるが、同じ尺度に載せなくてはならないものに「保

全性」の評価がある。これは故障の修復にかかる費用と、修復に必要な期間とそれに起因するロスの算定である。修復の仕方によって保全の費用・期間はむろん変わるが、次に保全作業を必要とするまでの期間あるいは余寿命も変化するし、場合によっては製品品質にも影響するなど、考慮すべき因子が多い。

④　設備の重要度の設定

ＭＯＳＭＳのポイントの一つがここにある。①の作業で選定した計画保全対象設備について、②において洗い出した要因の発生頻度と発生した場合の損失額の積としてリスクを数値化し、ロスとともに一つの尺度に載せる。さらに③の保全性をも加えて、トータルなロス・リスクを最小にすべく、個々の設備の重要度を設定する。ここにはもちろん、経営の戦略が反映されなければならない。

この作業には、３・３節でふれたＲＣＭ、ＲＢＭやＲＢＩ、あるいは定性評価法、簡易定量評価法などが使われているが、どのような手法によるかはプラントの性格により、またそのプラントにおける実績などによって、個々に決めるべきものである。

定性評価法によって相対評価を行う場合には、計画保全対象設備の全機器の割合として、重要な方から順に、Ａランク＝一五パーセント、Ｂランク＝五五パーセント、Ｃランク＝三〇パーセントというのが、一つのガイドラインである。

6・5　最適な保全計画の策定

計画保全対象設備が決まり、それらの重要度が設定され、５・５節で述べたような劣化パターン・故障パターンが明らかになったところで、〔ステップ４〕、いよいよ最適な保全計画を策定する。

①　保全の目標・方針の決定

計画の策定にあたって、まず最初に経営の戦略に沿った保全部門の体制、保全人員、保全費などを明確にしておかなくてはならない。保全費については次項で説明するが、以下の計画はその枠の中で考えることになる。

②　機器ごとの保全方式の設定

プラントの設備・機器を、その管理単位ごとに階層分けをし、最小単位に対して４・６節で述べた保全方式のどれによるかを決定する。

重要度の高い設備は予防保全によるのが一般的だが、劣化パターン・故障パターンなどの物理・化学的な要因と、保全費などの経済的な要因の双方に基づいて、時間基準保全によるものと状態規準保全によるものとを選別する。構成部品ごとに、時間基準保全であれば周期・施工内容、状態規準保全であれば許容すべき機能限界と、検査方法を決め、さらに部位ごとに管理指標・管理基準を決めて、それらの根拠を明確にしておく。

重要度の低い設備に対しては、第四章の最後に述べたように、経済性確保のために事後保全を計画的に採用する。

③　中長期計画・年間計画および月間工程表の作成

策定された保全方式に基づき、中長期・年間保全計画を設定し、保全実績、生産計画、設備工事計画などを加味して月間工程表を作成する。それをもとに、関係先と総合調整を図りながら毎日の計画を作成していくことになるが、それに加えて、緊急保全、生産計画の変更などに対するフレキシブルな対応も要求される。

6・6　保全予算の策定

そもそも現在保全費と呼ばれているものには何が含まれ、どのように分類されているのか、一般に用いられている性格別の分類例を、図6・3にお目にかけよう。5・6節で説明した各種保全方式に対応する費用が、①から⑨である。

予防保全（時間基準保全）の費用としては、「法定検査」「予防検査」「定期整備」「計画修理」「計画塗装」の五項目があげてある。「法定検査」というのは、5・4節で述べた法的対象設備に関するもので、必ず実施しなければならない固定的費用である。「予防検査」はそれ以外の、予防的・計画的に行う検査の費用であり、「定期整備」も予防的・計画的に行う整備、修理の費用である。「計画修理」「計画塗装」は中長期計画・年間計画によって実施されるもので、その費用は「枠管理」となり優先順位をつけて実施することになる。

なお、「計画修理」には、「老朽化更新」「改良改善」「（計画的な）修理」を意味する。更新や改善を計画に含めていることが重要だ。

予知保全（状態基準保全）に関する費用は、「予知検査」と「予知修理」に分けてある。検査の方は運転に伴う機能の低下の監視であるから、運転中に実施されることが多く、日常保全計画に基づいて算定されるが、その結果に基づく「予知修理」の方は、なかなか年間計画に載せることがむずかしいのが現状であり、事後保全および緊急保全に対応する「事後修理」の予算とともに、前年度の実績をベースに、故障削減活動の結果を加味して（というか減味して）設定されている。「その他」の費用としては、図面・資料の整備費、保全用の備品費などが想定されている。「社内人件費」の説明は不用だろうが、これが前述したアウトソーシングに関係する。

製造の欄に分類されているものは、6・2節でお話ししたように運転部門が保全作業の一部を担当しているため、その作業に関わる費用である。「生産計画」とはやや舌足らずだが、生産量・生産条件などの変

責任区分	保全方式		分類項目
保全	計画保全	予防保全（TBM）	①法廷検査 ②予防検査 ③定期整備 ④計画修理 ⑤計画塗装
保全	計画保全	予知保全（CBM）	⑥予知検査 ⑦予知修理
保全	計画保全	事後保全	⑧事後修理1
保全	非計画保全	緊急保全	⑨事後修理2
保全	⑩保全教育費用 ⑪社内人件費 ⑫その他		
製造	⑬生産計画 ⑭クリーニング ⑮製造件名修繕		

図6・3　保全費の性格別分類例

更にともなう作業の費用、「クリーニング」はいいとして、「製造件名修繕」とは品質改善、安全対策など製造部門の都合によって発生する修繕を指す。

保全費として、ざっとこのような費用が考えられているのが現状だが、それらに加えて、保全に関する教育費と次項で説明するデータマネジメントの経費とをぜひとも保全予算として計上すべきである。さらに、ここで一つ提案をしたい。

それは、4・3節でふれたように、リスクに対応する予算の計上である。正確ではないけれど、いま挙げた費用のほとんどは、「かかる保全費」の範疇に入るものといえるだろう。ここで「かける保全費」の考え方を導入し、リスクに対応する保全費を考えるべきではないか。それは「非計画保全」に入れてあるといわれるかもしれないが、そういう味噌っかすみたいな扱いではなく、日常的な劣化に対応する予算と対等の位置づけをしようというのである。

リスクに対応する保全費を算定する手がかりとして、機械保険と機械利益保険を紹介しておこう。

機械保険は、産業革命の時代に頻発したボイラーの爆発事故に対応した保険に端を発するもので、基本的には、偶発事故によって機械が損害を受けた場合に、同様の機械を新しく調達して再稼働をするのに必要な金額を補償しようというものである。それに対する保険料の方は、再調達価額に各保険会社が設定する保険料率を掛けて算出するのだが、いろいろな機械に対して、再調達価額千円当たり何円かという標準基本料率というのが決めてある（図6・5）。これに図6・4のようなさまざまな要素を掛けもしくは加えたものを支払うことになっている。

機械保険の第一の特徴は、補償されるのが「偶発事故」による損害に限られていて、「日常の使用もしくは運転に伴う摩滅・消耗・劣化」などによる損害を排除していること、すなわち純粋にリスクに対する補償になっていることである。

そして第二の特徴に、原因となったリスクはともかく、本書の言葉でいうと、プラントのサイト内に発生したロスに対する補償だという点を挙げたい。

では、サイト外に発生したロスの方はだめかというと、機械保険の特約として契約する機械利益保険なるものがある。これはサイト外のロス全般に対するものではないが、機械が使えなくなったために生じた営業利益の減少と、それにもかかわらず必要となる経常費など、間接的な損害を補償しようというものである。こちらの方の保険金、保険料の算定には、会計項目の選択など話がごちゃごちゃになるので、第七章「保全の評価」におけるコラムを参照し

計算順位	計算要素	計算方法
1	化学爆発損害担保割増	加算
2	自己負担額の倍増による割引	乗算
3	新機械割引	乗算
4	保証機械割引	乗算
5	エレベーター保守契約割引	乗算
6	多構内割引	乗算
7	運転休止割引	乗算
8	暴風・高潮危険担保割増	加算
9	水災危険担保割増	加算
10	崖崩等危険担保割増	加算
11	特別費用担保割増	乗算
12	保険の目的以外の物の原状復旧費用担保割増	乗算
13	公有物件割引	乗算
14	縮小てん補割引	乗算
15	損害率割増引	乗算
*	無事故割引（特例措置）	乗算

図6･4　機械保険の保険料算出方法の例

機械種別		例	備考	リスク率（%）
ボイラー装置	①ボイラー	水管式ボイラー	伝熱面積50m^{2}未満	0.23
	②ボイラー付属装置	ボイラー付属装置		0.15
	③ボイラー付属機器	電動給水ポンプ		0.47
	④ボイラー配管	ボイラー用配管		0.04
	⑤回収ボイラー付属装置	黒液処理装置		0.17
火力・水力発電装置		蒸気タービン装置	4000kW未満	0.20
電気機器	①受配電設備・簡易キュービクル（鋼鈑で囲った受配電設備）	受配電設備	工場設置のもの	0.20
	②受配電機器	変圧器	炉用・電解層用	0.98
	③集中制御装置・通信機器	集中制御装置		0.11
	④電動機（モーター）・電動発電機	電動機	45kW未満	1.12
回転機械	①ポンプ	水中ポンプ		1.19
	②送風機（ブロワー）	送風機	6000min/m未満	0.43
	③圧縮機（コンプレッサー）	圧縮機	6000min/m未満	0.65
空気調和設備		冷却塔		0.11
荷役・運搬・昇降・貯蔵設備	①荷役・運搬機械	天井クレーン	屋内装置	0.22
	②昇降機械	エレベーター		0.13
	③貯蔵装置	タンク	合成樹脂ライニング	0.11
試験・実験・測定機器	①試験・実験・測定機器	試験・実験機器	機械的試験機	0.30
	②トラックスケール・恒温器	上皿天秤	化学天秤	0.30
その他の機械	①ろ過機・燃焼炉	フィルタープレス		0.20
	②乾燥機	ロータリードライヤー	食品・医薬品など	0.36
	③破砕機・粉砕機	ジョークラッシャー	食品・医薬品など	1.33
	④集塵装置・選別機	集塵機	電気集塵装置	0.65
	⑤包装機	ラベル貼り機		0.15
	⑥真空蒸着機	真空蒸着機		0.46
	⑦建物附属装置	自動ドア		0.17
金属・精錬・冶金機械	①金属精錬設備			1.40
	②鋳造設備	ダイカストマシン		0.84
	③圧延機・巻取り機	熱間圧延機		1.05
	④金属押出し成形機など	金属押出し成形機		0.98
	⑤ベンダー・せん断設備	パイプベンダー		1.19
	⑥金属プレス	自動連続プレス		2.03
	⑦切削加工機	ミーリングマシン		0.31
	⑧溶接機	アーク溶接機		2.17
	⑨塗装装置	静電塗装装置		0.46
	⑩自動車整備機械	ブレーキテスター		0.55
化学機械	①炉	加熱炉		0.40
	②塔・槽	塔・槽	攪拌装置なし	0.18
	③熱交換器・遠心分離機・攪拌機	熱交換器		0.15
	④形成機	射出成形機		0.84
	⑤ゴム・合成樹脂加工	クラッキングロール		0.98

図6・5　機械保険の標準料率による

機械種別		例	備考	リスク率（%）
紡績・職布・メリヤス・洗濯機械	①紡績基準装置	ホッパーオープナー		0.41
	②紡績機械	フラットカード		0.34
	③染色機	精錬・漂白装置		0.30
	④編織機	製織準備機械		0.10
	⑤布加工機	ベーキングマシン		0.17
	⑥洗濯機械	ドライクリーナー		0.32
木材加工機械	①製材・木材加工機械	木工機械	木工旋盤	0.26
	②ベニヤ・合板機械	ベニヤスライサー		0.47
パルプ・製紙機械	①パルプ・製紙機械	ドラムバーカー		1.33
	②抄紙機（紙すき機）	抄紙機	網幅3.5m以上	0.21
紙器加工・印刷製本機械	①紙器・加工機械	コルゲートマシン		0.34
	②製版機械	製版カメラ		0.24
	③印刷機	プレス印刷機		0.56
	④製本機	製本機		0.26
	⑤自動現像焼付機	DPE		0.39
食品加工機械	①搾汁機・混合機	エクストラクター		0.91
	②遠心分離機	遠心分離機		0.53
	③食品加工機	蒸煮釜	圧力のかからないもの	0.08
	④殺菌機	殺菌機		0.15
	⑤包装機・びん詰め機	袋詰め機		0.23
	⑥粉砕機・選別機	スライサー		0.43
窯業・土木業機械	①ロータリーキルン	ロータリーキルン		0.98
	②ミキサー・成形機・切断機	クネットマシン		0.70
	③バッチャプラント	バッチャプラント		0.31
建設・土木機械	①掘削機	パワーシャベル		2.17
	②ロードローラー	ロードローラ		1.61
電気事業者用機械	①火力発電装置	水管式ボイラー	ボイラー	0.13
		電動給水ポンプ	ボイラー附属機器	0.29
		ボイラー用配管圧力	ボイラー配管	0.04
		蒸気タービン装置	蒸気タービン発電機	0.17
	②水力発電装置	水力発電機		0.23
	③ディーゼル発電機	ディーゼル発電機		0.26
	④発電用共通電気機械	電動機	45kW未満	0.37
	⑤発電用共通その他機械	天井クレーン		0.11

機械保険の保険料率は、表のカテゴリーに分けて各保険会社によって独自に算出されている。保険料率は、その機械設備の「標準基本料率」に図6・4の算出要素を加味し、算出されるのが通常である。
「標準基本料率」には、保険会社の運営費なども含まれるので、ここではある「標準基本料率」の値を参考として、その機械設備の純粋なリスク率（故障・破損するリスク率）の算出を試みたものである。
1つの参考値（ガイド）として理解されたい。

純粋リスク率の例

ていただこう。

少々話がわき道に入ったが、「かける保全費」という考え方に立って設備のライフサイクルの全般を組上にのせ、ロスとリスクを両にらみにした保全予算を、経営と保全担当の共同作業によって策定すべきだと、再度主張しておきたい。その作業が〔ステップ5〕である。

6・7　保全計画実行のためのデータベースの構築

第三章で、MOSMSのPDCAサイクルを回すために、データマネジメントが重要であることを述べたが、設備の総合的な状態を把握し、保全計画を実行するために必要なデータベースの内容とその要点について、〔ステップ6〕として次にお話ししておこう。

①　機器の管理

6・4節において、保全の対象となる設備を機器台帳に載せると書いたが、その機器台帳には、単に機器の名称・仕様などに止まらず、機器の重要度、保全方式、機器の履歴を記載しておく必要がある。機器の履歴は保全の生命線だから、各機器にリンクした部品・部位レベルでの経歴、発生した事象の記録が大事なデータになる。

とはいっても、膨大な数の設備を要するプラントでは、個々の設備をどこまで管理するのか、データベースに即していえば登録する機器の最小単位をどのレベルに設定すべきかが、現実には重大な問題になる。

ポンプを例にとると、まず機器レベル、「ポンプ」という機器を単位として付属機器をまとめて登録する方法がある。次にユニットレベル、「ポンプ＋減速機＋モーター」として付属機器レベルまで登録する方法もある。さらに部品レベル、「ポンプ＋減速機＋モーター＋軸継手＋軸受」に小分けをして登録するなどの方法が考えられるだろう。

頭をひねっていても答は出てこない。ポンプを一体としてそのメーカーに保全を依頼している場合には機器レベル、軸受などの部品交換までを自社で行っている場合は部品レベルとするなど、保全作業の実態に合わせ、最低限必要なものだけを登録する割切りが必要である。せっかくデータベースをつくるのだからと機器の細部まで分解し、入力に時間がかかりすぎて頓挫した例がたくさんあるのだ。

②　保全長期計画

ここで「長期」というのは、五年から一〇年のオーダーである。計画すべき期間は設備によりけりだが、法定屋外タンクの解放検査周期は一〇年であり、電子部品の平均寿命の六年、塗装の塗替え周期の七年などがよく使われる周期であって、そこまでは計画に載せておかなければならない。

ただし近年、規制緩和によって法定周期が延びるとか、環境問題で逆に法規制が強化されるなど、頻繁に周期・内容が変更されているから、法に違反しないように定期的な見直しの必要がある。

③　保全の依頼

主として計画外の作業が必要になった場合に、発生した業務の運転部門から保全部門、保全部門

から施工部門への依頼を、口頭・電話連絡に止めずデータベースに記録しておくことが、変更管理のルール、安全確認のルールとして必要である。

また施工を確実にするために、必要なマニュアル類を指示書として添付する方法も有効である。

④　保全業務の管理

現場における作業の品質を確保するために、作業内容や管理指標・管理基準を明確にした「保全検収基準」を定め、記名式で作業結果、測定数値などを記録しておく。

⑤　保全実績の評価指標

前項で述べた保全の実行予算の決定、第七章でお話しする保全の評価に合理的な根拠を提供するために、「設備信頼性指標」としてプラントの停止件数、故障件数、設備故障強度率など、「保全作業改善指標」として総作業件数、計画作業率、突発作業件数、呼出し件数など、「生産改善指標」として工場原価低減額、設備稼動率向上額、故障低減貢献額などをデータベースに入れておく必要がある。

6・8　維持・改善システムの構築

前節でお話ししたようなデータベースが必要だといっても、プラントには数千、数万の設備があり、それぞれの設備は数十から数百の部品で構成されているから、現実には膨大なデータと向き合うことになる。しかし不幸にして事故が発生すると、その解析と再発防止、関係省庁への報告の基

〔Column〕高経年設備のメンテナンス１ー従来のアプローチでは予測できない

高経年設備のメンテナンスの研究は、原子力発電所から始まった。原子力発電所では、あらかじめ原子炉の寿命が設定されているが、その寿命が近づいてくるに従い、経済的にみてその寿命が妥当であろうかという観点から研究がなされている。

今日、化学工業、鉄鋼を中心に多くの装置型プロセス産業がその必要に迫られている。「高経年設備のメンテナンス」をどうするかが、重要な経営課題となってきているのだ。

これらの産業は 1960 年代から 70 年代前半の高度成長期に建設され、多くの設備は 30 ～ 35 年以上経過している。しかも、近年の不況で産業の構造変革が迫られ、新たな設備更新もできず、また、保全費も抑制され続けていた。プロセス系の設備寿命は、通常、20 ～ 25 年と考えて設計され、その後更新されるという前提で建設されている。それがそのまま 30 ～ 35 年使っているのである。

これが 2000 年代に入ると景気が回復し、最大レベルの設備稼動率で運転するようになった。正に、老体に鞭打ってフル生産をしている状況である。これらの設備で、大きな災害が多発してきているのである。これら大災害の手前の現象、つまり一部の配管から小さな漏れがあったなどいうのは（あってはならないことではあるが）、かなり多く起こってきているようだ。

その原因としては、設備の異常を兆候段階で止められず、大災害化してしまうという技術の伝承不足によるものが多いが、その引き金になっているのは設備の老朽化によるものが多い。

その中で「従来の保全技術では予測できない事故が多い」と言う声が聞かれるようになった。

ここで考えてみたい。確かに、むずかしい事故も多いのは事実であるが、本当に予測できなかったのだろうか？　設備と正しく向き合ってこなかったのではないだろうか？

たとえば、通常あまりメンテナンスをしきれていない配管の腐食を考えてみよう。湿潤状態における一般的な腐食速度の 0.05 ～ 0.1mm/ 年で考えても、30 ～ 35 年使えば 1.5 ～ 3.5mm、これだけでも相当減肉していると予想されるのである。しかし従来の保全アプローチによって「腐食が著しく進行しない部位」であると判断されて、検査をしていないか、または、長周期での検査となっている。

問題は、この保全条件で運転しているところに、間歇運転や流れの変動、温度の変動などの使用条件が変更になり、他の加速的劣化要因が加わることである。この要因を事前に劣化予測に組み込むことができずに、結果として事故が発生していることが多いのだ。

つまり、「高経年化した設備では、従来の保全のやり方を見直さなければならない」のである。

〔Column〕高経年設備のメンテナンス２－高経年設備の総点検プログラム（例）

高経年化した設備では、従来の保全方式を見直さなければならない。では、どうするのか？　まず、どのような保全方式を適用すべきか、戦略的条件を洗い出すことから始める必要がある。そのためのキーワードは、以下の３つである。

①網羅的なリスク評価
②論理的な劣化予測
③的確な変更管理

この考え方を適用した、化学工場での「総点検プログラム」（例）をみてみよう。5つのステップに分けて説明する。

〔ステップ 1〕：プロセスのリスクアセスメント

ステップ１では、プロセスのリスクアセスメントを行い、総点検の範囲を設定する。網羅的とは言いながら、経済性を考慮し、危険度の高い設備をまず特定する。

リスクアセスメントの手法としてはHAZOP などのプロセスアセスメントを行い、危険度に応じて重要度を設定し総点検範囲を設定する。

〔ステップ 2〕：部位展開による網羅的リスク評価

ステップ２では、総点検範囲内を網羅的にリスク評価するための部位展開を行う。設備のすべてを棚卸しするために、最新のエンジニアリングフローシートなどで確認する。

ここで注意が必要だ。「設備が図面と異なる」ことが多いので、「現物を確認しながら階層分けする」ことがどうしても必要なのである。さらに、これを塔・槽・熱交換器、配管などの対象設備系ごとに、材料、構造の特徴に分けて分類する。

〔ステップ 3〕：使用条件の確認

ステップ３では、使用条件の確認を行う。温度、圧力、流速、成分などの現状の値や変動値を調査する。

〔ステップ 4〕：寿命評価とデータベース作成

ステップ４では、劣化および損傷の程度を整理し、寿命評価を行う。

この前提条件として、劣化形態の発生条件、進行速度、検査方法に関する情報および寿命現象の種類やその発生クライテリア（条件式や限界値）、その検査方法などの情報をデータベースとしておく必要がある。このデータ - ベースをもとに各部位について劣化形態・劣化要因および適切な検査方法を見定め、検査履歴を精査する。そして、寿命現象・劣化速度を想定し、余寿命を予測するのである。

〔ステップ 5〕：保全方式の設定と更新計画へ

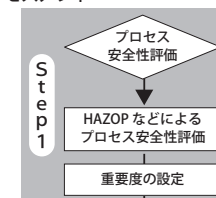
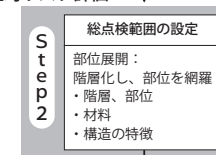
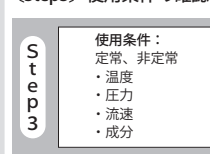
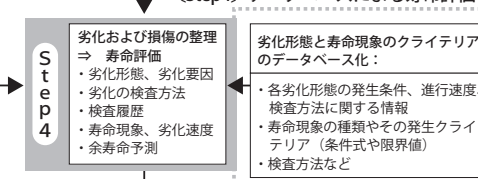
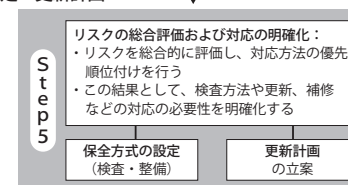
ステップ５では、総合的なリスク評価および対応を明確にする。

総合的にリスクを評価し、対応方法の順位づけを行う。この結果として、検査方法や補修などの保全方式および更新対応の必要性を明確にする。

このように「総点検プログラム」を実行するのであるが、これを一度にやるのは容易なことではない。費用もかかるし、人手もかかる（しかも、よくわかっている人でなければ点検はできない）。しかし、予測が非常に困難な高経年設備が相手であることを忘れてはいけない。論理的に事故を未然に予測し防ぐ方法は、他にはないのである。

本来は何年も前から、保全理論に従い、着実に論理的なデータを積み重ねて、早めに手を打っておけば、今日の事態は回避できた可能性が高い。MOSMS 提唱の必然性がここにもあるといえる。

＊ HAZOP（Hazard and Operabilty Study ／操作危険性解析）

HAZOP の基本的な考え方は、「プラントは、設計意図どおりの設計、運転がなされれば安全であり、危険事象は設計意図からのずれが生じることにより発生する」というものである。このため、まず設計意図からのずれを想定し、ずれの原因の洗い出し、ずれの発生防止対策およびずれが発生した際のシステムへの影響を軽減する対策の検討を行いプラントの安全性の確保、操作性の向上を図ろうとするものである。リスクマネジメントのスタンダードといえる米国連邦法 OSHA ／ PSM では、HAZOP によるプロセスハザード分析の結果が、RBI（Risk Based Inspection) によるリスク分析を実施するための前提となると規定している。

礎となるのがこのようなデータベースだから、手を抜くわけにはいかない。さらに近年ＩＳＯへの対応などで基準・マニュアルの整備が義務づけられるようになったから、処理・記録すべき情報量はさらに増加しつつある。

これは、大変危険な状況である。必要だからといって、手間暇をかけてつくったデータベースが、へたをすれば書類の山を築くだけで終わってしまう。その結果保全活動は改善されず、かけた手間暇だけがマイナスとして残る、という「悪魔のサイクル」に陥りかねない。それらデータが有効に活用できるような、データマネジメントが必要なのだ。

ましてやＭＯＳＭＳは、さまざまな保全技術を「資源」として活用すること、それら「資源」の多様性、変化・進歩をとりこみ、自らを進化させるマネジメントシステムであるところが特徴の一つであった。その特徴を発揮するためにも、ＰＤＣＡサイクルを回し続けることを可能にするデータマネジメントが必須である。

そのようなデータマネジメントの重要性を示す好例が、ＭＯＳＭＳのＰＤＣＡサイクルと経営のＰＤＣＡサイクルとの連動の可能性なのである。保全月報、保全年報、保全白書、あるいは異常報告などのタイトルで、保全活動の状況、設備の稼働状況等が報告されているのが普通だろう。一つにはそれらの報告が、ＭＯＳＭＳのＰＤＣＡサイクルにおけるＣフェーズとしての評価結果を的確に表現し、経営のＰＤＣＡサイクルにおけるＣフェーズ、すなわちロス・リスクマネジメントにおける保全の正当な評価を可能にするものでなくてはならない。とかく保全は縁の下の力持ちを自認

し、アピールが下手であり、重大事故が発生したときに限って経営から「うちの保全はどうなってるんだ」というマイナスの評価を受けがちだといわれる。このような状況を克服するためにも、保全によるロス・リスクの低減が容易に評価されるような報告を、継続して発信できるような仕組みが必要である。

いま一つは、経営側の対応である。いま述べたような報告が継続的に発信されたとしても、確実に受信されなければ、報告書の山を築くだけに終わってしまうだろう。経営と保全双方のＰＤＣＡサイクルが連携して回り続け、保全のスパイラルアップが可能になるためには、4・1節で主張したことだが、いま述べたような保全活動の状況、設備の稼働状況等に関する報告を、経営が確実に受け止め、経営と保全部門とが対等の立場に立って、共同作業として保全グランドデザインを描くことが可能になるような仕組みを、経営側がつくっておかなければならない。

このように、計画主導の保全を維持・改善するシステムを構築することが「ステップ7」である。

第七章　保全の評価

7・1　評価というもの

事前審査よりも事後評価、というのが世の流れである。いささか口幅ったいが、評価というものが被評価者の協力を得て有効に実施されるために、大事だと思われるポイントをいくつか指摘しておきたい。

第一は、逆説的だが、公平でだれをも納得させる評価はあり得ないという事実を、評価する側もされる側も認識しておくことである。そもそも評価を受けたいという人は滅多にいないのだから、どんなにフェアな評価をしようとしても、不満は必ず出る。しかし評価を行わないということは、対象をすべて同等だと評価したということに他ならず、そういう意味で不完全であろうとも、評価は実施せざるを得ない。

第二に、したがって評価は、明示した特定の目的のために行うべきだということである。大学の入学試験について、いまの入試は「知」に偏していて、全人的な評価ができないんじゃないかという批判に対し、時の東大総長はこう言い放ったものだ。「だからいいんじゃないですか。入学試験で

全人的に駄目だと評価されたらどうしますか」。問題なしとはいえない発言だけれど、とにかく入学試験は大学の教育を受ける能力を判定するものであって、その結果を人物評価などに使う方が間違いなのだ。保全の評価においても、結果を何に使うのか、目標を限定しておかなければならない。

第三は、何をどう評価するかを明示し、それを変更しないことである。評価される点が示されれば、評価される側は当然それを目標として努力するし、それが評価を行う大きな目的でもある。一〇〇メートル競走だと思って全力疾走していたところが、途中で二〇〇メートル競走に変更するといわれてはたまらない。ましてやゴールを横にずらされたりしたら、競走そのものが成り立たなくなるだろう。

そうはいっても、社会情勢が変われば変更も必要になるし、先に述べたように評価は所詮不完全なものだから、いったん決めたものを墨守するのが、必ずしも合理的であるとは限らない。そういう理由で変更が必要になったときには、まず評価者の方が先見の不明を謝るのが先決だが、評価される側が十分に対応できるように、十分な準備期間を設けなければアンフェアである。

第四に、評価に関してはこういう問題が避けられないから、評価を成功させるためには、4・1節に書いたように、評価者と被評価者が対等の共同作業として実施するというスタンスが何よりも大事である。評価において、評価する側とされる側が完全に対等ではないのが普通だから、言うのは簡単だがこれはとてもむずかしい。最近よく使われる言葉にピア・レビューというのがあるが、このピア（peer）というのは同等な能力をもつ者、同輩という意味であり、同等な人間どうしの間で

評価をするという意味であって、結局はそれが有効な方法だという、経験によって得られた知恵なのだ。

7・2　二つのサイクルのＣ／Ａフェーズ

さて、保全の評価に入ろう。

保全をスパイラルアップしていくためには、保全の結果が的確に評価され、次の保全計画に生かされなくてはならない。その評価の基準は、企業のステークホルダーの利益を最大にするという、保全の最終的な目的への寄与におくべきであるが、そんな抽象的なことをいってるだけでは話が進まないから、多少具体的な提案をしよう。

幾度もお目にかけてきたＰＤＣＡサイクルにおいて評価を考えると、図７・１のように、ＭＯＳＭＳのサイクルのＣフェーズとＡフェーズを、経営のサイクルにおけるＣフェーズおよびＡフェーズと連動させようというのが筆者らの主張である。まずＭＯＳＭＳのサイクルのＣフェーズにおいて第一段階の評価を行い、Ａフェーズとして必要な変更点を明らかにする。経営のサイクルのＣフェーズがその結果を受け取って第二段階の評価を行ったうえで、Ａフェーズとして経営の立場から必要な変更点を明らかにし、そのＰフェーズ、ＭＯＳＭＳのサイクルのＰフェーズに受け渡す。

第一段階の評価は、ＭＯＳＭＳのＰＤＣＡサイクルがちゃんと回ったかという、技術論としての評価である。これは保全計画がどれだけ達成されたかという、達成度の評価であって、６・８節の例

についていえば、仕事が整理され、ジョブフローが作成されているか、計画したとおりの役割分担になっているか、保全対象の選定と重要度の設定が的確になされているか、保全計画が適切に策定されていたか、計画の実行に必要な保全予算が措置されていたか、必要なデータベースが構築されたか、維持・改善のシステムができているかという、七段のステップのそれぞれについて評価することになる。これらの評価の実際については、説明するまでもないだろう。

それに対して第二段階、経営のサイクルにおける評価は、ＭＯＳＭＳのＰＤＣＡサイクルがきちんと回ったかという、第一段階の評価結果を確認するとともに、そのＰＤＣＡサイクルが回った結果として、保全が会社全体のロス・リスクの低減にどれだけ寄与したかという、経営論の評価である。

まず前半は、ＭＯＳＭＳのＰＤＣＡサイクルが回っ

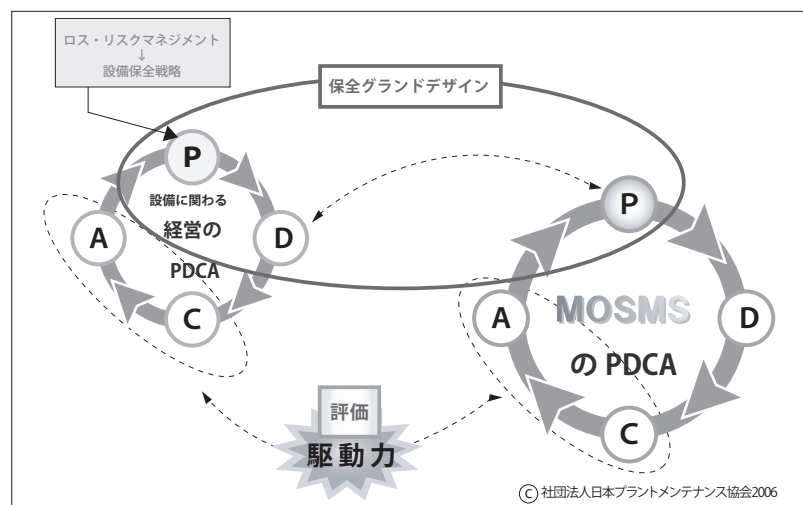



図7・1　サイクルの駆動力と保全評価

たかどうか、第一段階の評価結果を確認する作業だが、これは自己評価を評価するという、一般的な外部評価の手続きである。大事なのは、それがうまく回っていないときどうするかという問題だが、ここで3・2節に述べた全社の「一貫した方針」を思い出していただきたい。それは、

① 経営レベルのロス・リスクマネジメントをベースにした保全であること
② 経営から現場までが同じ土俵に立った、計画主導の保全であること
③ 経営が現場と同じ土俵で保全戦略を考えるために、保全技術が「見える」こと
④ 同じ理由で、保全評価が「見える」こと
⑤ 多層のPDCAサイクルが回り続けること

というものであった。この①と⑤はまさにいま問題にしている点だから省くとして、②から④が徹底されていたか、それが続くAフェーズでとるべきアクションの手がかりになるだろう。

　PDCAサイクルがうまく回っていたとすると、その効果はどうだったか、計画したPDCAサイクルそのものを評価するのが、第二段階の後半である。

　ロスとリスクの関係は次節でお話しするが、この評価で対象になるのは、現実に現れたロスの低減である。本来そのような保全の寄与としては、「保全を行わなかった場合に比べてどれだけロスを減らすことができたか」を評価すべきだろう。しかし「保全を行わなかった場合」のデータなどあるはずがないから、いきおい評価は間接的な指標によらざるを得ない。その実施例としては、次のような指標が使われている（図7・2）。

　第一は、投入された人、モノ、金がどれだけ効率的に運用されたかを示す「入力系」の指標であって、図のように保全費の推計、保全作業効率、そしてモラールの三項目に分かれる。

　第二は、そのような入力の下で実施した保全活動により、設備の故障がどれだけ減り、稼動率が向上したかを示す「信頼性・保全性」指標である。

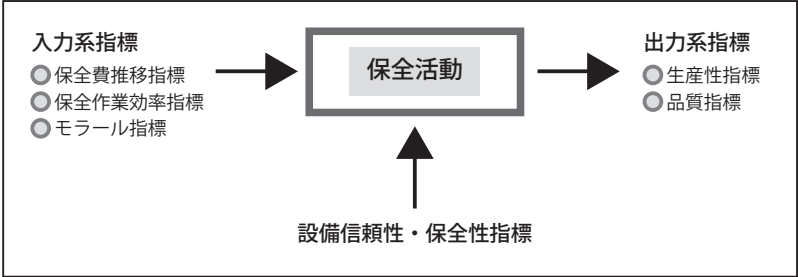
　保全の直接的な評価は、おそらくこのあたりまでだろう。しかし保全の最終的な目的を考えると、ここで止まるわけにはいかない。保全の結果、生産性がどれだけ高くなり、品質が改善されたか、第三の「生産性・品質」指標が必要になる。

　このような指標が、それぞれどのような値をとったときにどのような評価を下すのか、その絶対的な基準が存在するわけではないから、年度によるその推移を見るとか、同様なプラント間で比較をするとか、評価は相対的な比較によらざるを得ない。それはともかく、保全の評価として、まずここまでは実施すべきだというのが筆者らの主張であり、それによって現実に成果が上がっている例がある。

7・3　残されているリスクの評価

　しかしMOSMSの主張から見ると、未だ不十分な点があると思う。

　どこが足りないのか。

　前節で後回しにしたロスとリスクの関係については、本質的な問題はない。2・3節に書いたよう

入力系指標

区分	測定指標	算定式	周期	備考
保全費	総保全費の推移	総保全費（修繕費＋保全投資）	6ヵ月	保全性格分類による
	保全費原単位	保全費／生産数量×100	〃	製品トン当たりの保全費
	保全費低減率	保全費低減の推移	〃	
	BM修繕費	BM修繕費の推移	〃	
	支払い修繕費	外部支払い修繕費の推移	〃	
保全作業効率	作業総件数	修繕費で行う作業件数	月	計画保全作業、故障修理作業、改善工事件数、トラブル調査件数、保全準備作業などに分類
	突発作業件数	突発作業の累計	〃	作業依頼によりその日に着手した作業
	計画作業件数（率）	計画作業件数の累計	〃	月間（または週間）計画により実行された作業
	呼出し件数	呼出し作業の累計	〃	勤務時間外の呼出し件数
モラール	個別改善成果金額	改善成果金額の累計	月	小集団活動の合計累計金額
	改善提案件数	実数値	〃	
	貢献額評価	貢献金額の累計	〃	生産・保安活動への寄与を金額評価

図7・2　保全評価の指標例

設備の信頼性・保全性指標

区分	測定指標	算定式	周期	備考
信頼性	故障件数	故障件数の推移	月	
	故障度数率	故障停止回数／負荷時間×100	〃	10分の1回以上の故障を計測
	故障強度率	（故障停止時間の合計）／負荷時間×100	〃	
	故障停止損失額	（故障停止時間の合計）×時間付加価値単価	〃	
	設備（プラント）停止回数	設備（プラント）停止回数の推移	〃	生産停止を伴う突発停止のランク別実績値
	プロセス停止回数	プロセス停止回数の推移	〃	工程および品質に異常をきたす現象（漏れ、汚れ、詰まりなど）
	チョコ停件数	チョコ停件数推移	〃	
	MTBF	（稼動時間の合計）／停止回数	〃	平均故障間隔
	MTTR	（停止時間の合計）／停止回数	〃	平均修復時間
	故障直行率	故障解析率×対策実施率×再発防止実施率	〃	故障対策の弱点の明確化と歯止め

生産性・品質指標

区分	測定指標	算定式	周期	備考
生産性	設備（プラント）統合効率	時間稼動率×性能稼動率×良品率	月	プロセス全体のマクロ的効率指標
	時間稼働率	〔暦時間ー（休止ロス＋停止ロス）〕／暦時間	〃	休止ロス：定期修理，生産調整、型替停止 停止ロス：設備故障、プロセス故障
	性能稼動率	実績平均生産レート／基準生産レート	〃	プラントの性能を表す
	原価低減額（率）	原価低減額（率）	〃	原価差額または損益分岐点の低減率
	保全生産性	（総保全費＋停止損失）／総製造コスト×100	〃	
	付加価値生産性	付加価値額／労働人員	年	労働人員１人あたりの付加価値
	労働生産性	生産量（生産額）／労働人員（総労働時間）	〃	単位労働量あたりの産出量
品質	良品率	〔生産量ー（工程不良＋再加工）〕／生産量×100	月	生産量から格外品、再加工品（リサイクル）を除いた直行率
	工程内不良率	（再生産＋格外品＋廃却品）／生産量×100	〃	再加工品（リサイクル）、格外品およびスラップの発生率
	工程内不良金額	品種別発生実損合計金額	〃	リサイクルコスト、格下げロス金額、スクラップ損失および処理コスト
	納入先クレーム件数	納入先からのクレーム実数	〃	
	納入先クレーム金額	品種別実数値	〃	納入先への保証金額
	総合歩留り	総出荷製品量／総投入原材料	〃	品種別総合歩留り

に、ロスは「過去に発生した事象の結果が顕在化したもの」であり、リスクは「未来に起こり得る事象で潜在的なもの」である。したがって、保全計画において想定したリスクが、当該年度においてどれだけ現実のロスとして顕在化したか、その低減を評価することは、図7・2のような指標を使うことによって原理的に可能である。

ただしその際に、6・6節で機械保険を紹介したところでふれたことだが、発生したロスを、当然発生するものとして予測した部分とリスクが顕在化して生じた部分、機械保険の用語を借りれば、「日常の使用もしくは運転に伴う摩滅・消耗や劣化」によるものと「偶発事故」によるものとに区分して認識するべきだと考える。前者、後者をそれぞれに対応して措置した保全費と比較し、そのうえでトータルな評価を行えば、次のPフェーズにおける計画が立てやすくなる。「ロスとリスクを同じ物差しに載せ」た評価とは、そういう意味である。

問題があると考えているのは、考慮するリスクの範囲である。2・5節において、製造プラント内に起こった事象はサイト内のロスとして現れるばかりでなく、サイト外のロスとして顕在化する場合があることをお話しし、そのようなリスクとして、品質リスク、機会損失リスク、災害リスク、環境リスク、法的リスクを挙げた。しかしながら図7・2の事例では、ほとんどの測定指標がサイト内のロスに関するものに限られていて、生産性・品質指標の一部がサイト外において顕在化したロスに対応しているにすぎない。この事例のみならず、いま挙げたようなリスクの顕在化によるロスは保全と切り離されて、別個の項目として処理されているが一般なのである。

〔Column〕保険会社のリスクの見方

保険会社は、リスクをどのように見ているのだろうか？　たとえば、火災・爆発リスクについては、これを構成する要素を「燃焼・爆発（出火・類焼延焼）」と「消火・防火（消火能力・防火管理）」に大別している。

さらに、出火危険については、プラント施設の用途・作業工程、火気の使用管理状況、危険物の使用状況、熱源の管理、電気設備のメンテナンス状況、出火源の想定個所などの確認を行う。

類焼・延焼危険については、周囲（構外）の建物・施設などの出火危険の検討、構内までの距離、構造（耐火性）、防火壁などの防火管理状況を確認する。

さらに消火能力については、公設消防（距離、罹災時の予想到着時間など）、自衛消防（人数、動員体制、訓練状況など）、消火設備（消火設備の種類、配置状況、有効な放水範囲、設備のメンテナンス状況など）を確認・評価している。

図7・3　経営にとっての保全の効果

〔Column〕リスク低減に対する「保全の評価」算出法の例

保全が「リスク低減に対しどれくらい効果があるか」ということが、保全の評価につながってくる。ここでは、一つの例として、災害を想定し、保全がリスク低減にどのくらい効果があったかを「金額」として換算する算出法の例をみてみたい。

1.「保全のリスク低減効果額」の考え方

まず、「評価式」をみてほしい。

「保全のリスク低減効果額」
＝「想定損害額」×「リスク低減効果率」

プラントに関わる各種保険の契約額から算出する「想定損害額」と、ハインリッヒの法則に基づいて設定した「リスク低減効果率」との積を、「保全のリスク低減効果額」としている。この評価法を用いている石油化学企業では、評価結果をもとに災害想定訓練を行い、より高いレベルの危険予知感度の向上を目指すことに役立てている。

こうした考え方は、災害（産業災害・労働災害）だけでなく、第三者賠償責任などを想定損害の項目と考えることで、製品リスクなどへのリスク低減効果にも適用できると考えられる。

2.「リスク低減効果率」の算出

「リスク低減効果率」にはハインリッヒの法則を適用する。

① 事故を未然に防いだ場合は想定損害額の1/29をリスク低減効果評価額とする

② 事故の兆候を発見した場合は想定損害額の1/300をリスク低減効果評価額とする

3.「想定損害額」の試算

(1) プラントに関わる損害保険

「想定損害額」は、損害保険の契約額をもとに算出する。そこで、まずプラントに関わる保険を少しだけ概括しておこう。なお、保険についてのより詳細な説明は、「連載　プラントと損害保険」(川島康夫（三信東栄リスクコンサルティング)、月間プラントエンジニア、2004.4～8、日本プラントメンテナンス協会）などを参照されたい。

稼動中のプラントに関する損害保険としては、次のようなものがある。

① 財産損害・利益損失のための損害保険
　プラントの火災・爆発などによる損害に対応、さらに事故から復旧時までの逸失利益・経常費をカバーする

② 原材料・製品の輸送中の損害保険
　国内・海外を問わず、輸送中の損害に対応

③ 損害賠償責任のための損害保険
　プラント施設の欠陥・運営ミスによる第三者への損害、製品引渡し後の製品欠陥による損害、製品回収費用の出費に対応

④ 従業員の業務上災害のための損害保険
　通勤途上を含む、従業員の業務上災害に対応。災害補償規定に基づく政府労災保険の上乗せ補償など

この①は、「財産保険」「財物保険」などと呼ばれており、その定義例を示すと以下のようになる。

● 復旧に関わる費用

プラント設備に損害が生じた場合に、プラントを復旧する費用および原材料・仕掛かり品の損害をカバーする財産条項。以下の説明で「物損保険」としているのは、この範疇の保険である。

● 機会損失に関わる費用

このような損害がプラント設備に生じ、操業停止を余儀なくされた場合の、逸失利益・経常費がカバーされる利益条項。以下の説明で「企業利益総合保険」はこの範疇であり、「利益保険」「企業費用・利益総合保険」と呼ばれることもある。

(2)「想定損害額」の算出

では、いよいよ「想定損害額」の算出であるが、これは次のような式となる。

「想定損害額」＝「①見込み物損被害額（または労働災害時補償額）」＋「②逸失利益額」＋「③社会的損失額」＋「④事故調査費用」＋「⑤運転再開準備費」

①「見込み物損被害額」または「労働災害時補償額」

産業災害（火災・爆発など）では「見込み物損被害額」を使用し、労働災害では「災害時補償額」を使用する。

■「見込み物損被害額」

甚大な爆発が想定される場合には、詳細な見積もりが必要である。火災爆発指数や可燃性蒸気雲の危険性に基づき最大の見込み物的損害額、最大見込み損失日数を求める。通常の火災が想定される場合は、簡易に、建物構造・防火区画などを考慮して、事故が発生した場合の影響領域を設定し、火災保険の付保依頼書に基づき影響領域内設備の再取得額（新規に購入した場合の設備金額）を集計し見込み物的損害額とする。

■「労働災害時補償額」

あってはならないことだが、想定せざるを得ないのがこれである。労働災害により死亡が想定される場合は、遺族補償（有扶養者）として、労働災害により障害が予想される場合は障害等級1級を想定して算出する。

②「逸失利益額」

「企業利益総合保険」により算出する。算出式は、以下のとおりである。

「逸失利益額」＝「想定停止期間の生産高減少高（同期間の直近の生産高－実績生産高)」×「平均売値」×「限界利益率」

③「社会的損失額」

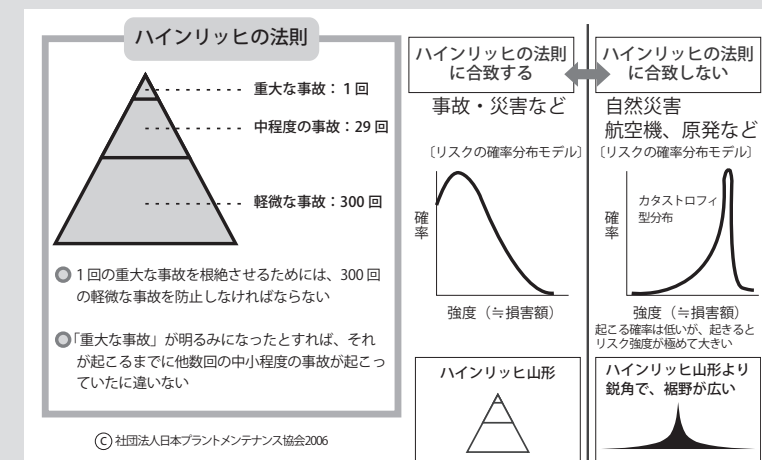
社会的な問題となり企業利益の損失が発生すると想定される場合で、「ブランド保険」の意味合いもある。総合賠償責任保険に定められた金額を上限とし設定することになろう。

④「事故調査費用」

事故を調査に要する費用を想定する。

⑤「運転再開準備費」

運転再開までの準備費を想定する。

今後、プラントに関わる保険のあり方も議論されていくことになるだろう。リスク分散という面では、保険は事前に掛け金を払ってリスク分散するのであるが、事後に復旧費を借りるファイナンス（事前に借入予約をしておく必要があるが）という考え方もある。海外の代表的な石油会社では、保険支払いを止め、その資金を保全や予防的な設備投資に回している例も出てきている。

経営論としての保全評価が、インプットとしての保全費とアウトプットとしてのロスの低減の、一種のバランスシートの評価であるならば、いま挙げたようなリスクの顕在化としてのロスをも、アウトプット側に載せ、それに対応する費用を保全費に位置づけてインプット側に載せるべきだというのが、ステークホルダーの利益の最大化を保全の最終的な目的と考える、MOSMSの主張である（図7・3）。

残念ながら現状はこのような段階にあるのだが、2・4節で述べたようなリスクマネジメントの発達段階を考えあわせれば、これは当然というべきかも知れない。幸いにしてわが国の企業においては、この分野に関する意識が急激に高まっているから、経営が取り組む問題として、この問題が解決されることを期待したい。

第八章　MOSMSへの移行

8・1 「仕組み」としてのMOSMS

この章では、ＭＯＳＭＳのコンセプトを適用してみようかという読者のために、特定のプラントでそれをどのようにして具体化し、現行の体制から新しい保全体制に移行するか、図8・1を参照しながら説明することにしよう。

最初にお話ししておきたいが、ＭＯＳＭＳは保全を一からやり直そうというものではない。そうではなくて、３・１節で述べたように、それは現行の保全に関わる技術を「資源」として活用しながら、新しい保全の「仕組み」をつくろうという提案なのだ。鉄道でいえば、これまで走らせていた電車を新車に入れ替えようという提案ではなく、同じ電車を使いながらダイヤを改正しようという提案だといってもいいだろう。

そういう意味で、ＭＯＳＭＳへの移行は莫大な投資を必要とするものでもなく、リスクに目を向けることを主張しているけれど、大きなリスクは伴うものではないと考えている。

サザエさんに、こういう話があった。テレビの料理番組を見ながら料理をつくっていたサザエさ

んが、途中でスイッチを切ってしまう。「なぜ消すの？」「おいしくなったところでできあがり！」、たしかこういう台詞だったと記憶する。決して推奨するわけではないけれど、以下のプロセスを途中まで実行されたとしても、それなりに得るところがあると思う。

以下、大きく分けて七段のステップに従い、現行体制からの移行のプロセスを説明する。各節の見出しのアルファベットは、図8・1中の枠につけた記号に対応している。

8・2 ロス・リスクの理解（A）

移行プロセスのスタートは、当然のことながらロス・リスクの理解である。

ロスとリスクについては2・3節でやや詳しく述べてきたが、まずロスの理解にはＴＰＭの手法をそのまま使うことができる。すなわちロスを設備の効率化阻害ロス、人の効率化阻害ロス、原単位の効率化阻害ロスに大別し、それぞれのプラントにおける「一六大ロス」を洗い出す。

一方、リスク、とくにサイト内の原因がサイト外に及ぶリスクの理解については、リスクマネジメントが緒についたばかりの現状では、手法の確立を今後に待たざるを得ないところがある。しかしながら、たとえば2・3節に紹介したマイクロソフト社のリスクマップが分類している五つのカテゴリー、あるいは2・4節に紹介した英国規格のアセットマネジメントが挙げる六つのカテゴリーなどが手がかりになるだろう。

これらの理解に基づいて、「ロスとリスクを一つの物差しに載せる」ことにより、企業全体として

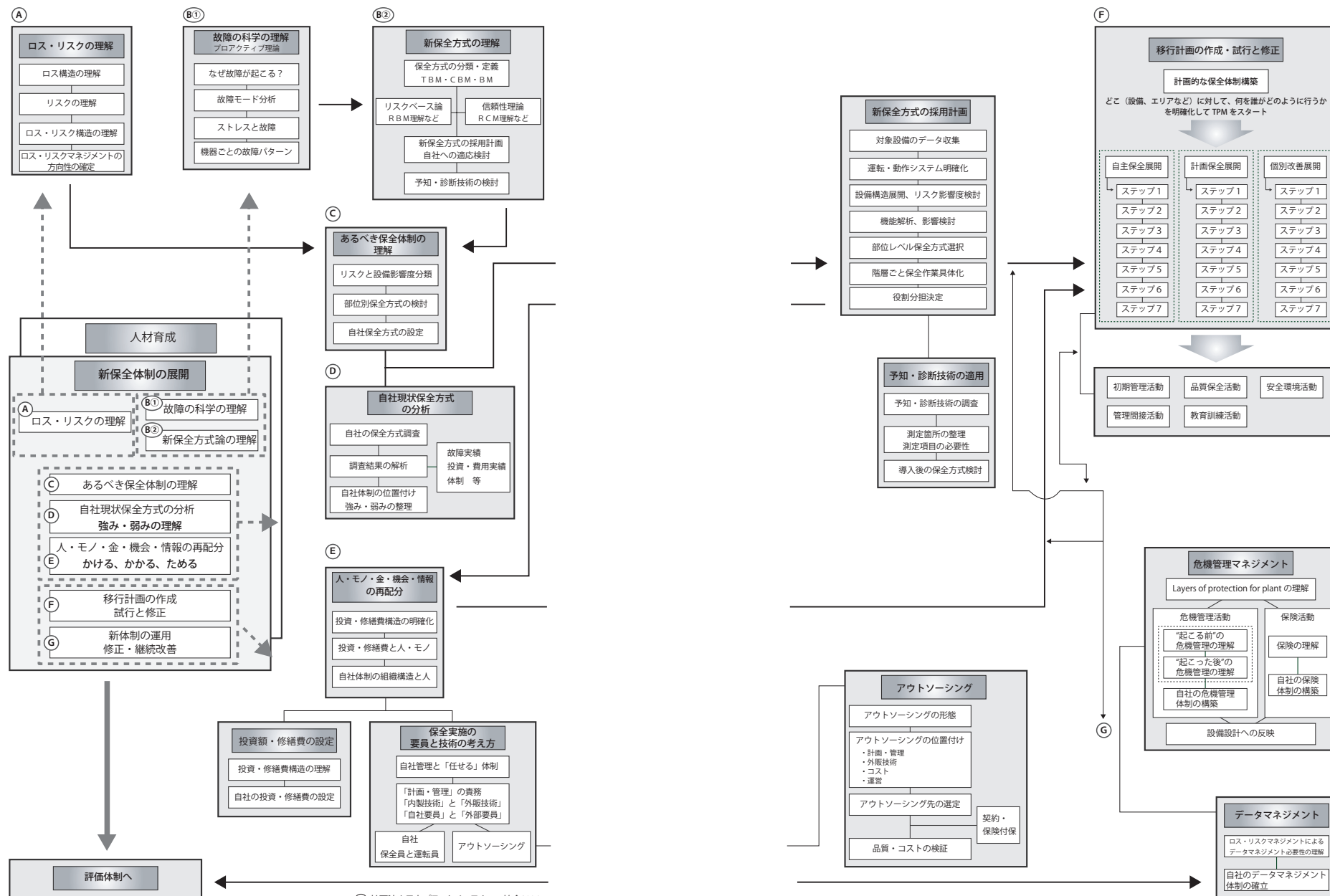



図8・1　現状の保全体制に新保全体制（MOSMS）を適用する「展開ツリー」

ロス・リスクマネジメントの方向性を確定する必要がある。

8・3　故障の科学と新保全方式の理解（B）

次のステップであるⒷ①故障の科学とⒷ②新保全方式は、いわば学問と直結していて、随時見直しを行って技術を更新していくことが可能な、というより更新の必要な分野である。

Ⓑ①：故障の科学については第五章でくわしくお話ししたが、予知保全が一般に採用されるようになって、故障がどうして起きるのか、その物理化学的な理解は急速に進んでいる。まずそれぞれのプラントの、どの設備にどのような故障が生じ得るか、劣化モードの分析に始まり、ストレスによる劣化の進行状態の分析に基づいて、設備ごとの故障発生のパターンを定量的に把握する。

Ⓑ②：保全方式についても第五章で説明したが、どのような方式があるかを調べ、それぞれの企業あるいはプラントの事情に合わせて明確に定義し分類しておく必要がある。

このⒷ②を実施しようとすると、いろいろな設備の状態を診断し、故障を予知する技術に通じておく必要がある。実をいうと、およそ保全に関連する技術の中で、設備診断技術というのはもっとも開発が進んでいる。

しかしながら、たとえば軸受を例にとると、一般にそれはきわめて安価であり、しかも寿命が長い。したがってプラント内に多数存在する軸受を対象に、その状態を診断・記録しておこうとすれば、たちまち記録紙で部屋が埋まる、トイレットペーパー・シンドロームが発生するのは必定で、とて

も現実的ではない。設備の特性、あるいはプラントにおける設備の影響度・重要性を考慮して、測定・記録・診断を行う箇所、項目の整理をしておかなければならない。

8・4　あるべき保全体制の理解（C）

いよいよ、あるべき保全体制の理解に入る。いま述べたようにしてⒶ、Ⓑ①、Ⓑ②の、いわば準備ができたところで、それぞれの企業、それぞれのプラントの、あるべき保全体制を理解する段階になる。

保全が経営マターであるということがはっきりするのがこの段階であって、企業としてのロス・リスクマネジメントの方針に基づき、各設備のさまざまな劣化とそれによる故障のパターン、それらを診断・予知する可能性、各設備のプラント内における影響度・重要性、何種類かの保全方式とその適用など、定量化できるものは定量化したうえで、自社のあるべき保全体制を描く。ここで「描く」と書いたのは、この段階で必要なのが「理想像」だからである。条件が満たされればこうありたい、こういう理想がまず必要だと筆者らは考える。

そうはいっても現実は、というのが次の段階である。

8・5　自社現状保全方式の分析（D）

自社の現状分析である。「うちはどうなってるんだ？」、外で耳寄りな話を聞くたびにそう問いか

〔Column〕“第三の世代”にいかに伝承するか

本書第1章で、技術伝承がむずかしくなっている状況について述べたが、第一世代である「苦労人世代」が去ったあとをどうすればいいかということが、とくに大きな問題である。彼らがつくったマニュアルに基づいて仕事をしてきた第二世代は、いわば「マニュアル世代」ということができ、マニュアルの背景までは体験できていないから、よく理解できていないことが多い。続く第三の世代に何をどう伝えればいいか、非常に困難を感じているし、模索を続けている。

ここでは、教育・訓練というものをこの視点から考えてみたい。

(1) なぜ名人が「数式」に行き着いたか？

こんな話がある。かつて、第一世代の名人（卓越した技能者）が、自分のやっていることを他人に説明しようとして、非常に悩んだという。「通常の言葉」では、説明しきれなかったのだ。

また、そこには他への説明以外に別の面があった。自分自身がやってきたことを、自分がわかりたかったそうである。そこで行き着いた、自分にも他人にも説明ができる「言語」が、「数式」であったのだ。

この話は、非常に示唆に富んだものではないだろうか。なぜノウハウでもマニュアルでもなかったか、ここを熟慮されたい。

(2) モノづくりに潜む「不連続性」

伝承問題を「教育・訓練」面から考えるにあたって、そもそもなぜ教育・訓練が必要かを考えておきたい。

言わずもがなではあるが、モノづくりを時系列でみてみるとこんな風になる。まず、ほしいものを考え、どうしたらそれがつくれるかを考える。これが「機能の創設」である。次に、その機能を実現できる設備を考える。「設備を設計・製作」し、設備でモノを「つくる」。その過程で「改善」を行う。維持手順の「標準」をつくり、チェックリストなどで正しく守れる状況をつくる。それを「後継者」に教える――こういう順序で設備をつくり、モノが製造され、その製法が引き継がれている。

しかしここには、「同じ人がすべての工程を行わない」「長い年月では人が入れ替わる」という不連続性が内在している。この不連続に対処し、「モノづくり」の連続性を持つことこそが、人材育成を必要とする原点であるといえる。

では、人材育成の目的はというと、どの階層、どの職種でも「頭の中でできる」能力と「現場で体現できる（体でできる）能力」という2つの能力を身につけることであるといえる。

(3) 能力を身につけるチャンスが減っている

しかし、「現場でできる能力」を身につけるチャンスが減っていることに対し、強い懸念を示す声が多い。建設が少ないことは言うまでもなく、「部品がこわれにくくなった」「故障が少なくなった」という声もよく聞く。

「経験の少ない人」が「経験するチャンスが少ない中で作業をしている」。そのうえ、現場のキーをキチンと教えることのできる人がいないし、教育訓練の時間もとれない――つまり、モノづくりの宿命でもある「不連続性」に対する連続性の維持が非常に難しくなっているのである。

(4) 第三世代をいかに「早期育成」するか

では、どうすればいいか。ここで思い出してほしいのが、(1) で述べたこと、つまり技能者が行き着いた先が「数式」であったという事実である。

彼が現場で長い時間をかけ身に付けた“腕”を、もし表すとすれば「数式」であり、言いかえれば「論理」であったという側面なのである。これを逆に見れば、解決策が見えてこないだろうか。

結論的には、次のようにいうことができる。

①体で覚えることをから始めるのではなく、まず、頭で学習すること、つまり、「論理的な知識の学習」を先行すること。第一世代が学んできた順序を逆にして、第三世代には教育するのである。このことにより、知識として身につける時間を短縮できる

②そのために、「論理的な思考ができるように教育する」こと。原理原則に沿った本質を理解しながら「なぜ」を考えられる能力や、多くの部門の違う人に理路整然と説明できる能力を鍛える

多くの現場を見ていえることは、作業には「90%のだれにでもできる作業と、10%のだれかにしかできない属人的な作業がある」ということがある。そこで、90%を如何に短時間で覚えるかをまず重視したい。それができてから、現場で実践し、ウデを磨くのである。

(5) 改善活動と教育・訓練

では、現場で働きさえすれば、「体で覚える」ことになるだろうか？　どうすればいいかという回答の一つが、「改善活動」である。「改善活動」は、自分の職務の中で見い出したテーマに対し改善を行うものだ。

しかし注意したいことは、現場活動の、本来の目的がはっきりしないまま形だけ続いているというような場合である。命令によって「やらされて」いるうえに、業務と関係のない課題設定や、形式的で多量な報告資料の作成義務を押しつけられ、結果としてプロセスは何も変わらないのでは、いったい、どのくらいの人が真剣に打ち込めるだろうか。

このような活動は、結果が「書類」で報告されることが多い。そのため「活動を企画した部隊」は、その書類をもとに「現場はよく活動している、現場が変わってきた」と錯覚し自己満足に終わる可能性が高い。ところが、現場では疲弊感を生むだけに終わる。ついには“結果”を先に読み、報告フォームだけもらって、「書類作成活動」に取り組むようになる。

このような活動にしないためには、「気がつく活動」「本人が考える活動」が必要である。活動それ自体が、教育・訓練であるという視点を入れ、業務プロセスが成長する活動でなければ長続きしないし、意味もないのだ。

(6) 経営層は何を認識すべきか

モノづくりでは、人材育成などの「長期にわたり営々と引き継がれて行くべき課題」と「短期間にスピーディに対応すべき課題」の両輪がうまく回転する必要がある。ところが、とくに教育訓練に対し、管理する側の上位者（管理者）が長期的な問題点を見ていない懸念がある。

現実に、早期に異動しがちな上位者や現場経験の希薄な（悪い意味での）管理的上位者が少なくない。その人事異動のつど、教育訓練活動も変更され、部下は人が変わればみな変わるものと考えるようになってしまう。その結果、教育・訓練や活動の「継続性が維持できない」「評価が正確にできない」といった事態が起きるのである。

これらは、経営層の方針が不充分なことを物語っている。第一世代に近い人ほど、自分が歩む中で経験し苦労して身につけたものを、部下や他人が身につける場合は簡単に身につく・つけて当たり前と考える傾向にあるようだ。しかし時代も変わり、学生への教育も変化している。「同じようなスピードで同じような経験を踏むこと」はほとんど不可能であることを認識されたい。このことは、どのような管理者教育をすべきかという、経営方針にも強く影響することと思われる。

経営層から現場までが、保全の原理・原則を論理的・体系的に理解し、自社の方向性を明確にして保全グランドデザインを描け、そして計画的に実践し評価できる、これらの能力を保全の教育・訓練において担保することがMOSMSの提案である。

けるというのが、わが国の一つの社長像だといわれたこともあるが、いうまでもなく無定見な新方式の採用は得策ではない。「わが社の現在の保全方式はどうなっているのか」、次にその調査が必要になる。

こんなことをいうのはいささか口幅ったいが、業種、企業規模などの条件が違えば、余所ではうまくいっている方式が自社でうまくいくという保証はない。横文字で書いてあると感心するが、やっぱ、これまでの方式の方が現実にあっているということもあって、このあたり、革新派と守旧派の対立などと人事まで絡み得るから、話はデリケートになりかねない。保全をやっていない企業はないけれど、あるべき姿と現実とを冷静に比較し、自社の体制のどこが強く、どこが弱いかを見きわめる必要がある。

8・6　人・モノ・金の再配分（E）

あるいは、機会（時間）・情報と続けたほうがいいのかも知れない。これらの配分こそが、企業としての保全のグランドデザインであり、まさに経営が旗を振って、保全部門との共同作業によって行う仕事である。いまさら、「かかる保全費」から「かける保全費」にとか、「ためる保全費」を考えるべきだなどと繰り返す必要はないだろう。

ここまでで明らかにしてきた、保全体制の理想像と自社の保全体制の現状の比較に基づいて、保全全体に対する投資額・修繕費等の予算の決定、要因・技術の双方をにらんだ自社の保全員・運転

員による保全とアウトソーシングの決定をいかに合理的に行う体制をつくるか、新保全方式の展開の成否のカギは、この段階が握っている。

8・7　移行計画の作成・試行と修正（F）

現状からの移行計画が、経営によって確定されたグランドデザインになるステップである。この段階のキーワードは「計画的な保全体制の構築」であって、実をいうとこれはTPMそのものなのであり、ステップを踏んだ自主保全、計画保全、個別改善の展開を、どのエリア、どの設備に対して、誰が何をどのように行うか、明確な計画にしたがって実施する必要がある。

繰り返しになるが、MOSMSが提案しようというのは保全の新しい「仕組み」であって、個々の保全技術についてはわれわれがすでに持っているものを、資源として活用することを前提にしている。だから、それらの技術の進化はもちろんあり得るけれど、自主保全、計画保全、個別改善の展開、さらに初期管理活動、品質保全活動、安全環境活動、管理間接活動、教育訓練活動など、個々の活動そのものの中身を大きく変えようという提案ではないことを、あらためてこの段階で認識していただきたいのだ。

8・8　新体制の運用・修正・継続的改善（G）

最後のステップが、新体制の運用・修正・継続的な改善である。

〔Column〕改善と仕組みの進化ー「革新」と「改善」の一考察

経営環境が激変する環境にいかに対応していくか？　もし、この対応力を進化と呼ぶならば、生物の DNA のように保全システムにも「進化の因子」が組み込まれている必要があるだろう。技術的な「進歩」もまた、大きな環境変化の一つであり、これにどう対応するかということから考えてみたい。

進歩し、上昇しようとする「意思」と、周りの役に立とう、全体にうまく行かせようとする「調和」がバランスよく働くと、物事が順調に進んでいく。このことに異論はないだろう。

さて、技術的革新によって、レベル（期待される能力）が上昇する場合、突然それまでのレベルからポンッと上がる、つまり不連続的に上昇することはよく知られている。しかし、この“革新的な上昇”をそのまま現状に持ち込んでも、必ずしも全体にとって役立つとはいえない。たとえば、革新的な理論に基づいて設計された設備をそのまま現場に持ち込むと、現状との齟齬を生じかねない。“使いこなせない設備”になってしまい、上昇の意思はわかるが調和がとれないというわけである。

こうした、現状との不連続性という溝を埋めるものを「改善」ととらえることができる。つまり、現状から地続きで連続的に上昇の方向へ向かわせるものが「改善」である。上記のように革新的なレベルに追いつく場合だけでなく、もっと下のレベルを引き上げる場合にも「改善」が役立つことはいうまでもない。

しかし、「改善」という名のとおり、本当にすべて“善い”結果をもたらすのであろうか？

改善は連続的に上昇しながら、ある不連続なレベルを目指している。その目指しているところが、改善の目標にあたるものだろう。その目指しているところが、経営にとっての全体最適とかけ離れていたら、局所最適であったとしても、最終的に“善い”ものではないということになる。すなわち、「改善」それ自体もスパイラルアップの重要な因子であるが、そこに方向付けを与えるところが非常に重要なのだ。

スパイラルアップという因子を仕組みの中で持つためには、やはり保全グランドデザインの中で改善への取組み姿勢を明確に方向づけるべきであろう。それがあってはじめて、「進化が内臓されたシステム」になるのである。

いかに理想に近い保全活動であっても、それを実際に運用してみれば、前述したPDCAサイクルをスムーズに回し続けることが、一度に完成するとは思われない。そこで重要になるのがデータマネジメントであり、それに基づいた的確な修正・継続的な改善が必要になる。

もう一つ、付け加えさせていただきたい。図3・2のところで説明をさぼっていたことだが、MOSMSの枠組みにとって、危機管理への対応と教育訓練を、経営と直結する形で実施する必要があることを指摘しておきたい。

まず危機管理だが、その本質は事故・災害を未然に防ぐところにあり、設備をそのような状態に保つのは、もともと保全の役割である。しかし起こってしまった後の対応は、2・5節に述べたように経営主導で行われるべきであり、それに現場がいかに対応できるかが、大災害や製品クレーム等に発展するか否かの分かれ目になる。

一方教育については、保全・運転に直接関わる現場のスキル教育の必要性はいうまでもないだろう。しかし3・2節に述べた「一貫した方針」の重要性、さらに2・1節で言及したミドルマネジャーの現状を考えると、トップによるミドルの教育がむしろ急務であり、指導層から管理者層へ、管理者層から一般の従業員へとつながる教育訓練の連鎖が、保全にとってきわめて重要である。

第Ⅲ部

保全はどこに向かうのか

第九章　いまこそMOSMSを

第九章　いまこそMOSMSを

9・1　なぜMOSMSなのか

筆者らがＭＯＳＭＳの研究開発を始めたのは、一種の危機意識からであった。

まず第一章でいろいろなデータをご覧に入れたように、わが国の製造プラントにおいて設備の高齢化が進んでいるという事実がある。また地球の有限性に起因する「行き詰まり問題」は、大量生産・大量消費・大量廃棄という図式を昔日のものにし、われわれはその高齢化した設備を大事に使わなくてはならない状況に置かれている。

　このような変化を考えれば、だれしも保全の重要性を認識せざるを得ないはずなのだが、現実はそのようには進んでいない。一つには、二〇〇七年問題に象徴されるように、保全の分野においても技術伝承がむずかしくなったという人的な問題があり、二つには、保全予算が年々削減されてきたという財政的な問題があって、「人・モノ・金」、さらに保全に対する「認識」の不十分な環境で、保全担当者は悪戦苦闘してきたというのが実情である。

　その結果、とあえていいたいのだが、事故・災害が近年急激に増加しており、「モノづくり大国」

であったはずのわが国の製造プラントは、いまや危機的な状況にある。

　しかしごく最近、削減されてきた保全費が増加に転じ、設備の高齢化が止まったという、うれしい変化が報じられた。ネバー・ギブ・アップ、われわれはチャンスをつかんだといえるだろう。

　一方第二章でお話ししたように、企業にとっては、近年経営を取りまく環境が激変したといわれる。企業が企業である以上、収益性の向上が至上の命題であることは当然だが、企業の社会的責任がきびしく問われるようになり、コーポレートガバナンスの強化が大きな課題になった。それなくしては、企業の存立さえも危なくなってきたのである。

　この変化は、製品のみならず、製造プロセスにも社会の目が向けられるようになったことを意味している。したがって企業としては、製造サイト内の事象が、サイト内のロスとして顕在化する場合のみならず、品質リスク、機会損失リスクはもとより、災害リスク、環境リスク、法的リスクなど、サイト外にその影響が及ぶリスクを考えなくてはならなくなった。

　そのような状況の下で、企業のステークホルダーの利益の最大化を図り、永続的な経営を可能にするために、企業のリスクマネジメントを経営自体が推進する必要があり、その大きな一環として保全を位置づけよう、筆者らはそう考えた。

　いわゆる保全技術に近年さまざまな進展が見られていることは、ご存じの方も多いだろう。その典型的な例はセンサーの進歩であり、情報技術を駆使した遠隔管理である。それら新しい要素技術の寄与を過小評価するものではないけれど、それによっていま述べた危機的状況が大きく改善され

たとは言いがたいのだ。問題はそれら要素技術の活用を前提とした、保全の「仕組み」にあるのではないか。

そのような考えから提案したのが、「戦略的保全マネジメントシステム（ＭＯＳＭＳ）」なのである。

９・２　企業戦略から保全を発想する

ＭＯＳＭＳのまん中のＳはストラテジック、つまり「戦略的」の頭文字であった。近年「戦略」という言葉は気軽に使われているが、ここでいう戦略とは「企業の戦略」であって、企業の発展を目指した最上位の作戦である。したがって当然のことながら、保全戦略は経営レベルにおいて策定されなくてはならない、というのが筆者らの主張である。

なぜそう主張するのか。理由の第一は、サイト内の、設備に起因する事象が、サイト外の大きなロスとして顕在化し得ること、さらに、その原因となる事象が、その気になればコントロールできるものが多いことである。そして理由の第二は、経営マターと位置づけることによって、いわゆる「保全部門」の仕事として矮小化されていた保全を、プロセスの設計仕様の決定から廃棄に至る、設備のライフサイクル全体を視野に入れて構想することが可能になり、いわば「切れるカード」が増えることである。大きなリスクを避けることにより、あるいはとり得る手段の選択肢を広げることによって、ステークホルダーの利益を大きくすることができるという提案である。

そのような保全戦略の具体化として策定すべき「保全のグランドデザイン」とはどういうものか、

その具体的な手順はどうなるのか、それを第Ⅱ部でお話ししてきたわけだが、ではＭＯＳＭＳを適用するとどれだけ利益を増やせるのか、実例を見せろといわれる読者も多いだろう。

実をいうとそれが大変むずかしい。何よりもＭＯＳＭＳは新しい提案であって、全体としてそれを適用した例は存在しないし、その評価軸にも未完成なところがある。しかしながら、ＭＯＳＭＳの方向に沿った活動が実践されている例があるので、その成果をいくつか紹介させていただこう。

【事例一】

バブル経済の崩壊後、コストダウンがいたるところで至上命令になったが、国内に五つの拠点を持つ総合化学メーカーＤ社においても一九九五年下期からその運動が始まり、保全費の三〇％カットが打ち出された。枠管理などという生やさしいものではなく、修繕予算ゼロからのスタートである。

その窮地を救ったのは、一九九七年度から採用した、「本社主導の計画保全」の導入であった。経営レベルの戦略に一歩近づいたわけである。しかしその実効があがるには時間が必要で、当初は「かかる保全費」にほとんどが消費されてしまったという。

もう一つのポイントは、本社スタッフによる「保全水準の評価」の実施だった。その評価が正鵠を得ていたようで、計画保全に対する知識の不足があらわになり、計画保全を再構築することになった。保全のＰＤＣＡサイクルが、ここでようやく回り始めたのである。

ここが成否の分かれ目だったように思われる。いくら本社主導であったとはいえ、成果の上がら

なかった計画保全を捨てなかったところを高く評価したいと思う。そこでまず手がけたのはミドルマネジャーの教育であって、計画保全の理解を徹底し、定期的な保全水準の自己調査などでフォローアップを図った。それとともに、保全指標を全社の経営指標と一体化させている。繰り返し述べてきた経営レベルのロス・リスクマネジメントの下に、保全が実施されることになったといえる。

その結果を図9・1にお目にかけよう。評価の指標は在来のものしかないが、図の期間の最初と最後を比べると、故障件数で三六％、修繕費で二六％も減少しており、現在もこのPDCAサイクルが回り続けている。

【事例二】

次も総合化学会社だが、国内に三八事業所を有する、加工組立型を中心とするS社の例である。TPMの立場からいうといささか微妙なのだが、かつて同社はTPM活動の成功例であった。ところが図9・2のように、一九九六年から一九九九年にかけて、指標としていた故障強度率が三倍に急増するという事態が起こった。この例においても、バブル経済の崩壊によるコスト削減、その直接的な影響を受けた人員の大幅減が、最大の原因と思われる。しかしながら、そのために生じた経験のある保全要員の不足と、それを補おうとした不適切なアウトソーシングによる技術レベルの低下、現場への保全教育の不徹底など、保全に対する認識の不足も要因として挙げられる。

この状況を打破するためにとられた対策が、「新TPM活動」と銘打った計画主導の保全であった。保全に関わる専門技術の重要性が認識され、そのレベルアップが図られるとともに、評価の指標に

総合化学会社（D社）事例

「計画保全」全社導入の効果

図9・1　「計画保全」導入の事例

図9・2　TPM活動が後退した事例

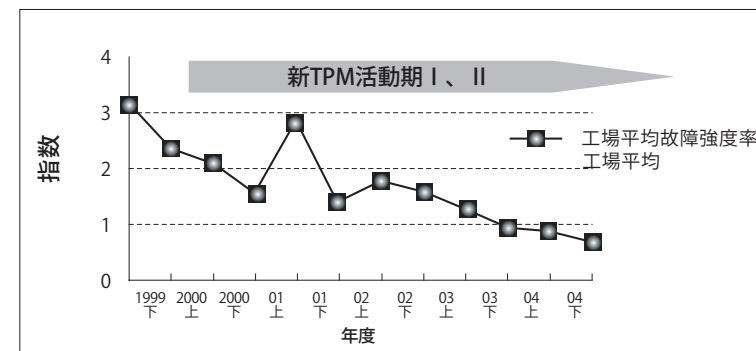



図9・3　新規に蒔き直しによるTPMの成果事例

ついても見直しが行われた。それまでとられていた指標は、故障強度率すなわち単位時間あたりの故障の発生数という単純な数値であったが、それとともに、保全費、保全工賃に故障による損失額を加算した、「総保全費」を指標に使うことにした。

ＭＯＳＭＳの立場からいうと何パーセントかの前進なのだが、新しく指標に設定した総保全費が二〇〇三年度から二〇〇五年度、わずか二年で一四％減少し、図９・３のように、故障強度率の方は五年間で三分の一に低下している。

【事例三】

三つめは、国際的な家庭用品のメーカー、Ｂ社の例である。

先に成果の方をお目にかけておくと（図９・４）同社の包装工程の稼動率は、一九九四年の六九％から一九九九年の九三％に上昇した。これがＭＯＳＭＳの指向する方向に沿った、「保全の仕組みの変更」による成果というわけなのだ。

第一のポイントは、６・３節でふれた運転部門と保全部門の協力という、卑近なところにあった。運転部門は「基本整備」を担当し、保全部門が「計画保全」を担当する、こういう分担を明確にして、一体的に保全を実施した。

第二のポイントは、その考え方を研修センターにおいて徹底的に教育し、本社のミドルマネジャーをリーダーとするプロジェクトチームをつくって、進行状況のチェックと保全手法の見直しを徹底した点にある。要するに、保全レベルのＰＤＣＡサイクルを、継続的に回したのである。

それともう一つ、第三のポイントとして、経営のPDCAサイクルとの連動を挙げておかなくてはならない。評価の指標は稼動率の向上、不良率の低減、時間生産性の向上、原価低減額の向上と、第七章で述べたMOSMSの考え方からみると完全なものではないけれど、このような保全活動の成果を経営が評価し、原価の低減を営業利益として公表しているのである。

この三つの事例が示すように、一〇〇パーセントMOSMSの適用ではなくても、同じ方向での改善効果があがっていくのである。

9・3　製造業の将来のために

五年後、一〇年後にわが国の産業はどうなっているか、それを予測しようというのは無謀かも知れないが、近い将来に保全がどのような状況に置かれ、

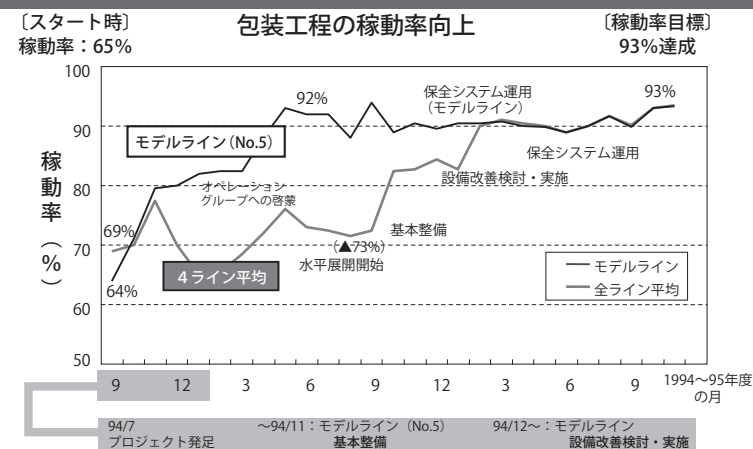
図9・4　成功体験を横展開した事例

MOSMSはそこにどのような寄与をすることできるだろうか、次にこの問題を考えておきたい。

第一章にくわしく述べ、9・1節でおさらいをしたことだが、ここ一〜二年に見られる「横ばい」の兆候は別として、わが国の製造設備は高齢化を続けてきた。その他もろもろの要因も重畳して、サイト内外のリスクがロスとして顕在化し、いまや設備は危機的な状況にある。

まず装置産業を考えると、いま述べた高齢化は概して著しく、このような危機を認識して設備の更新を進める企業とその認識がない企業との間には今後大きな差が生じて、嫌いな言葉だけれど、勝ち組と負け組の区別がはっきりするのではないか。

すなわち、設備の更新ができた企業は、国内で製造業として存続しているだろうが、更新をしなかった、あるいはそれができなかった企業は、製造業から撤退せざるを得ないだろう。一方で製造業のグローバル化が進んでいるから、日本で製品をつくらなくても国外でつくることが容易になっている。したがって設備更新をしなかった企業であっても余力がある企業は、中国、中東などへ生産拠点を移し、いわば商社化することによって存続が可能であるかも知れない。それに対し余力が残っていない企業は、存立自体が危なくなっているだろう。

一方加工組立型産業はどうかというと、5・6節でふれたように、自動機械、自動ラインの大幅な導入によって「装置化」が進んでいる。これは製造工程の技術的必然性ばかりでなく、労働力人口の減少と、減少に輪をかけた、いわゆる3K職場の忌避への対応も関係していると考えられるが、いずれにしても設備への依存度はより高くなる傾向にある。

さらに最近では、液晶テレビなどがその好例だが、先進企業の間で製品技術では差がつけにくくなり、いわゆる差別化をより高度な生産技術に求め、製造プロセスをブラックボックス化する傾向が見られるようになってきている。

　このような傾向からみると、加工組立型産業もいわば体質的に設備への依存を強めつつあり、その設備が、装置産業ほどではないにしても、同様に高齢化が進んでいるのが現状なのだ。したがって加工組立型産業も、右に述べた装置産業の進んだ道を、遅かれ早かれたどることになるのではないか。

　やや我田引水の推論にみえるかも知れないけれど、いずれのタイプの産業にしても、一〇年後、いや五年後に製造業として存在し続けるためには、設備、したがってその保全が、製造業としての存続の鍵を握るものと筆者らは考えている。

　ところがそこに影を落としているのが、1・3節で論じた二〇〇七年問題なのだ。語られているのは一般的な話だが、保全部門といえども例外ではなく、五年〜一〇年先にはその影響が顕在化するに違いない。その問題が量的なものだけだったならば、あるいは「少数精鋭」の保全部門を組織することで切り抜けられるかも知れないが、質的側面があるから、ことはそう簡単ではない。言ってみれば、これは外部の事象がサイト内におよぼすリスクなのである。そのリスクが現実のロスとなるのを防ぐために、どのような手を打つべきだろうか。

　まず考えられるのは、保全に関する教育・訓練の仕方を再考して、少しでも「少数」を「精鋭」

に近づけることだろう。これは必須であるが、それだけでは限界があり、これまでの保全の仕組みのままで危機が乗り越えられるとは考えにくい。

　そこで筆者らは提案したい。減少の避けられない担当者で保全を発展させ、設備を良好な状態に保っていくためには、保全作業のみならず保全のマネジメントにおいてもマンパワーの効率化が必要であり、そのためには保全の仕組み、マネジメントシステムを、それぞれの企業内に「閉じた」ものにせず、共通の基盤として整備すべきだろう。そのような共通の仕組みとして、3・1節に述べた、「資源」すなわち保全に関わる個々の技術の多様性、あるいは変化・進歩を、自分の構造を変えずに取り込み、自らを進化させるマネジメントシステムという特徴を持つＭＯＳＭＳが、役に立つのではないだろうか。

　いま手を打てば、まだ、間に合うように思う。

9・4　サステナブルな保全の発展を

　最後に、畑違いの本だが中西輝政著「なぜ国家は衰亡するのか（ＰＨＰ新書、一九九八）」から、筆者の一部がいたく感動したところを紹介させていただき、「サステナブル」な発展について考えておきたい。

　まず中西は、「衰退期には衰亡論は消滅する」と説く。社会には、衰亡論などというものはペシミズムであって、「そんなことを言ってるからほんとに衰退してしまう」という議論があるけれど、そ

れが間違いだというのだ。衰退というのは何も異常なことではなくて、ある文明や国家が発展し成熟し、やがて衰退するというのは歴史に共通するリズムであり、しかし大事なことは、「国家は再生することがある」というわけだ。その再生を可能にするためには現実を直視することが重要であり、まだまだいけるといった「愚かなるオプティミズム」に陥ってはならないと、中西は警告する。

筆者らはまったく同感である。本書はわが国の製造設備に関する一種の危機意識、二つに分ければペシミズムからスタートしたけれど、その危機を直視して原因をさぐり、保全の新しい仕組みによってそれを乗り越えることができるという、結果としてはオプティミスティックな提案である。

しかし中西の見解によるならば、いったんは衰退を乗り越えたとしても、それで話がすむわけではないだろう。すぐれたシステムを構築して再び発展したとしても、またいつかは必ず衰退を招くことになる。盛者必衰、ここにもう一つポイントがあるのではないか。

そのための「仕掛け」を、これも中西の本から見い出すことができる。

一般に生物がその九〇%ぐらいの活動については自動的に動いていて、それによってエネルギー節減を図っており、そのおかげでより多くのエネルギーを残り一〇%の「創造的な営みの模索」に使えるという、歴史学者トインビーの考えを引用する。この比率は文明の成長段階によって変化するけれども、長期にわたって成長を持続する文明は、必ずその中にこのバランスを生み出す仕組みがあり、バランスを失えば「衰亡」するというのである。

中西はこの考えをわが国に当てはめ、飽くなき自動化による効率性を文明の進歩と同一視したと

ころに、バブル経済とそれに続く失われた十年と呼ばれた遠因があったのではないかと推論する。九〇%の「自動的」な動きはもちろん重要なのだけれど、そればかりに目がいって残りの一〇%、「創造的な営みの模索」がおろそかになってしまったのではないか。それに対して米国は、「創造を担う戦略中枢」に資源を投入したために成功がもたらされたというのだ。

「創造的な営みの模索」のための一〇%、企業にとってもこれがキーワードだと筆者らは思う。

発展と衰退の繰り返しが避けられないものだとすれば、その振幅の制御がリスクマネジメントそのものであり、それによって「永続的な経営」を可能にすることが、はやりの言葉を使えばサステナブルな発展ということになるのだろう。そしてそれを可能にするのは、「自動的」な動きに支えられた「創造的な営みの模索」なのだ。

本書で主張してきたように、経営が推進すべき企業のリスクマネジメントの一環として保全を位置づけるならば、同じことが保全についてもいえるはずである。比率の一〇%がいいか悪いかはともかく、保全の「創造的な営みを模索する」人材・組織を確保しておくことが、将来の保全のためにぜひとも必要なのだ。これを最後に主張しておきたい。

こういう考え方は、一般には通用しにくいのかも知れない。景気のいいときは「そんなところに人を回してなどいられない」し、景気が悪くなればリストラで「そんなところに回す人材はいない」ということになる。そういう景気との連動をいうならば、現在は微妙なところにあるように思われる。ごく最近だが、長く続いた経済の低迷に曙光がさして、1・1節で紹介したように設備の高齢化

も止まったように見えるし、1・4節で述べたように、保全費も増加に転じた傾向が見てとれる。
　悲観、楽観が交錯する現状ではあるけれど、歴史に学ぶならば、単にいままでの考え方を踏襲し、保全にかける人・モノ・金を「自動的」に増やしても、決していい結果にはつながらないだろう。企業のサステナブルな成長という観点から、ステークホルダーの利益を最大にするということ、この保全の最終的な目的へ立ち返り、経営と保全部門の共同作業によって、いまこそ新しい保全の仕組みを「創造する」チャンスではないだろうか。

〔参考文献〕

「モノづくり白書 2004」：経済産業省、2004 年
「産業廃棄物の排出及び処理状況等（平成 14 年度実績）について」：環境省、2004 年
「人口ピラミッドの推移」：国立社会保障・人口問題研究所、2006 年
「産業事故調査結果の中間取りまとめ」：経済産業省、2003 年
「産業事故に関するアンケート調査結果について」：経済産業省、2004 年
「日本企業の経営課題 2005」：日本能率協会、2005 年
『保険とリスクマネジメント』：日吉信弘著、損害保険事業総合研究所、2002 年
「BS 規格 PAS55-1：2004」一般公開仕様書：日本規格協会、2004 年
「BS 規格 PAS55-2：2004」一般公開仕様書：日本規格協会、2004 年
『高圧ガス保安法規集』第 6 次改訂版：高圧ガス保安協会、2006 年
「高圧ガス保安法関係事故件数の推移」：高圧ガス保安協会、2005 年
『安全管理システムの解説とリスクアセスメントの実際』：高圧ガス保安協会、2006 年
『なぜ国家は滅亡するのか』：中西輝政、PHP 新書、1998 年

〔関連書籍・文献〕

『2005 年度メンテナンス実態調査報告書』：日本プラントメンテナンス協会、2006 年
『2004 年度メンテナンス実態調査報告書』：日本プラントメンテナンス協会、2005 年
『最新保全技術研究会　第Ⅰ期報告書』：最新保全技術研究会、日本プラントメンテナンス協会、2006 年
『プラントのプロセス安全』：松本俊次著、日本プラントメンテナンス協会、2004 年
『ISO リスクアセスメント』：松本俊次著、日本プラントメンテナンス協会、2001 年
『保全情報管理システム活用ガイド』：旭エンジニアリング編、日本プラントメンテナンス協会、2003 年
『潤滑油分析による設備診断技術』：木村好次監修・D ＆ E アトラス研究会編、日本プラントメンテナンス協会、2000 年
「先行投資としてのメンテナンス」：大島榮次、月刊プラントエンジニア 2001.1 特集「21 世紀　モノづくりを取り巻く視点群」持続可能な経済活動への模索③、2001 年
「変革時代のメンテナンス・コンセプト」：四道広、月刊プラントエンジニア 2001.6 特集「価値づくりに挑む製造業と JIPM の課題」、2001 年
「メンテナンスのコア・コンピタンスを伸ばせ！」、四道広・佐藤信義、月刊プラントエンジニア 2002.1 特集、2002 年
「最適保全費管理」の考え方：保全コストダウン研究会、月刊プラントエンジニア 2003.8、2003 年
「災害事例から学ぶリスクマネジメントの実際」、四道広、月刊プラントエンジニア増刊号「大災害化を防げ！」、2003 年
「災害事例を考慮した保険付保の有用性と限界」、川島康夫（三信東栄リスクコンサルティング）、月刊プラントエンジニア増刊号「大災害化を防げ！」、2003 年
「設備管理・保全技術の海外動向」：豊田利夫、月刊プラントエンジニア 2001.8 ～ 2002.1 連載、2001 年
「設備の機能を最大限に引き出すメンテナンス」：木村好次など、月刊プラントエンジニア 2003.2 ～ 6 連載、2003 年
「進化する設備診断技術の世界的潮流」：豊田利夫、月刊プラントエンジニア 2003.3 特集「理論と現場をつなぐ設備診断技術」Part1　設備診断技術はここまで進んでいる！、2003 年
「設備老朽化時代と PAM によるビジネス・パラダイムシフト」、四道広、月刊プラントエンジニア 2004.4 特集「設備資産管理の時代」、2004 年
「プラントと損害保険」など：川島康夫（三信東栄リスクコンサルティング）、月刊プラントエンジニア 2004.4 ～ 8 連載、2004 年

■執筆者プロフィル■

木村 好次（きむら・よしつぐ）

1959 年、東京大学工学部機械工学科卒業。66 年、東京大学大学院工学系研究科産業機械工学専門課程博士課程修了。79 年、同宇宙航空研究所教授、87 年、同生産技術研究所教授を歴任。97 年、東京大学名誉教授。2003 年 10 月から 2005 年 9 月まで、香川大学と香川医科大学が統合された新生・香川大学の初代学長を勤める。この間の 2004 年 1 月、イギリス機械学会の「トライボロジー信託基金」から「トライボロジーゴールドメダル」を、日本人では 4 人目として受賞した。著書に『トライボロジー概論』（養賢堂）など多数。MOSMS 構築研究部会では、理論的なとりまとめを主導し、本書ではメインライターを勤める。

四道　広（しみち・ひろし）

1970 年、東京工業大学を卒業。同年、旭化成工業（現・旭化成株式会社）に入社。82 年に旭エンジニアリング株式会社に異動し、保全企画・営業部門を歴任し、2000 年、同社取締役。2004 年、旭化成株式会社に戻り、同社理事を勤める。MOSMS 構築研究部会では、保全実務の最先端をとらえ、保全計画、リスク評価などの研究を主導。設備ユーザーとメンテナンス・サービス企業、また経営から現場といった、保全に関わるあらゆるポジションを経験してきたため、一つの事象を同時に複数の視点から観ることができる、精神的な主柱でもある。

天川一彦（あまかわ・かずひこ）

1980 年、東京工業大学材料科学専攻卒業。同年、新日本製鐵株式会社に入社。94 年、製鉄部原料工場長。その後、全社レベルのマネジメント改革活動を主導した。99 年、社団法人日本プラントメンテナンス協会に入職し、国内外で TPM コンサルティングに従事する。2004 年から、同実証研究部部長を勤め現在に至る。ISO9001、ISO14001、OHSAS の 3 つの資格を持つ。MOSMS 構築研究部会では、実際の現場に適用する視点からオールラウンドにプログラミングを受け持ち、主に技術面を主導する。

若槻　茂（わかつき・しげる）

1987 年、上智大学経済学部卒業。銀行、企画会社を経て、93 年、社団法人日本プラントメンテナンス協会に入職。日本メンテナンス工業会、日本設備管理学会、編集・メディア開発事業を担当する。2004 年、同メンテナンス技術本部マネジャー。MOSMS 構築研究部会では、リスクマネジメントの視点を強く意識し、企画・プロデュース面を主導する。